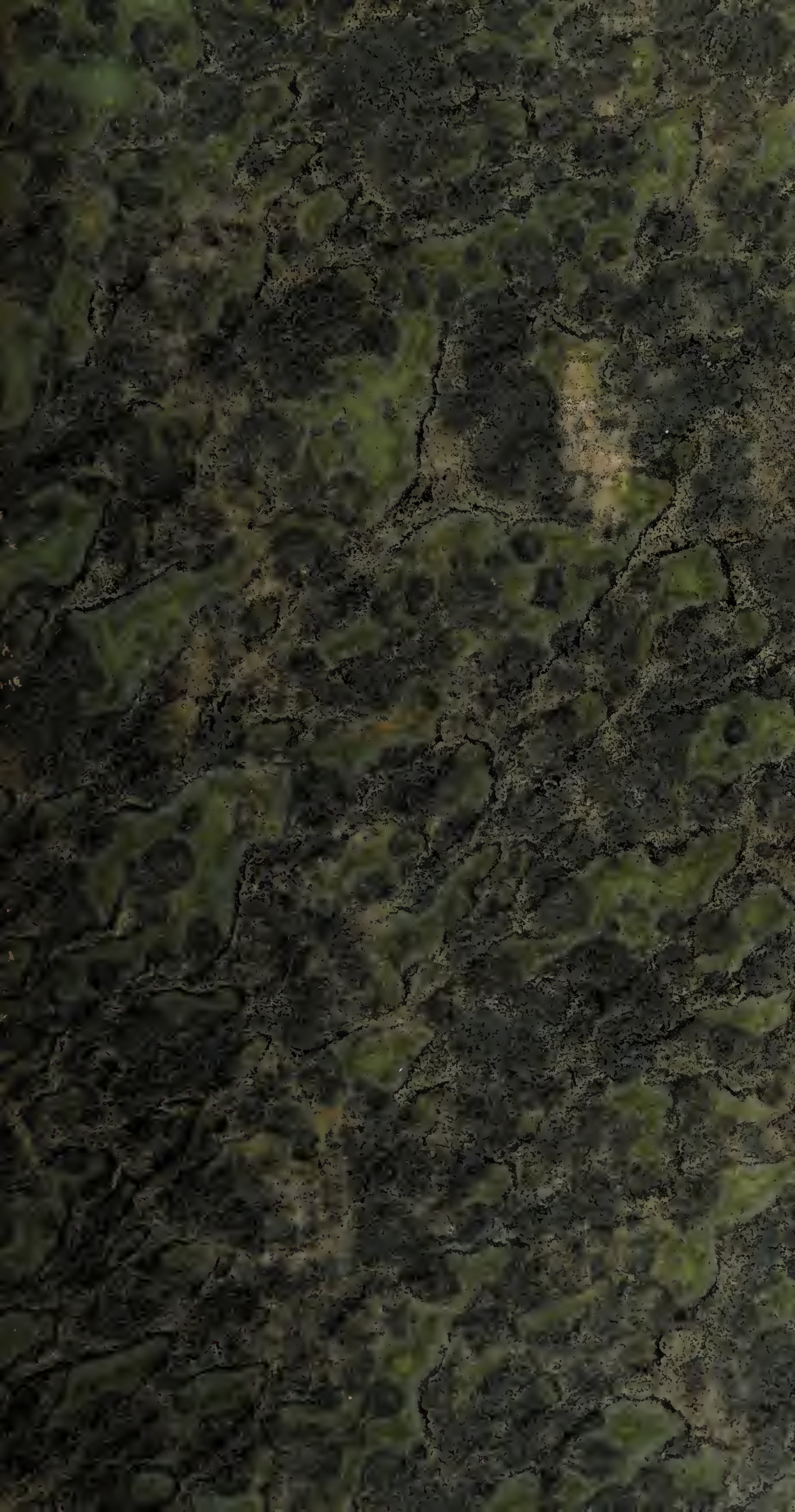



Vitam impendere Vero
ex libris D. Borelli
LIT. ROLLA
ROMA

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME XVI.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME SEIZIÈME.



A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, rue du Cloître Saint-Benoît, n° 16, près celle des Mathurins.

1821.

DE L'IMPRIMERIE DE FEUGUERAY,
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

NOTE

Sur la Combinaison du silicium avec le platine, et sur sa présence dans l'acier.

Expériences faites au laboratoire de l'Ecole des mineurs de Saint-Etienne.

Par Mr J.-B. Boussingault, Elève-Mineur.

Dans ces derniers temps, M. Prechtel de Vienne a annoncé qu'il était parvenu à fondre le platine à l'aide d'un feu extrêmement violent et dans des creusets très-réfractaires. Ayant à ma disposition le fourneau à vent du laboratoire des élèves-mineurs, qui, d'après sa construction et la nature du combustible que l'on consomme (le coke), permettait d'espérer une température aussi élevée qu'il soit possible par les moyens ordinaires, j'essayai de répéter la fusion du platine : les résultats auxquels j'ai été conduit, et qui font le sujet de cette Note, sont différens de ceux que j'attendais.

Essais pour la fusion du platine.

Un gramme de platine parfaitement pur fut placé dans un creuset de terre.

Une même quantité de métal fut mise dans un creuset brasqué et recouvert de poussière de charbon.

Les deux creusets furent posés dans le fourneau à vent, et soumis pendant trois heures à un feu très-violent. (A cette température, M. l'ingénieur Leboulanger a fondu le manganèse en culot.)

Le platine du creuset non brasqué n'a pas fondu ; il avait seulement acquis un grand éclat.

Celui du creuset brasqué était en culot parfaitement fondu. L'expérience a été recommencée, en ayant soin de mettre dans le creuset sans charbon de la limaille de platine, et dans le creuset brasqué 30 gram. de rognures : les résultats furent les mêmes que précédemment. Depuis on a constamment réussi à fondre le platine dans les creusets brasqués, et la fusion se faisait bien plus facilement quand on recouvrait le métal avec de la poussière de charbon.

On remarqua que, dans la fonte, le métal augmentait un peu de poids, ce qui indiquait évidemment que le platine, en fondant, se combinait à un corps ; et comme sa fusion n'arrivait que dans le charbon, il était naturel de penser que ce corps était le carbone.

Les propriétés du platine fondu sont les suivantes : son aspect est blanc-grisâtre ; il se laisse à peine entamer par le couteau ; il se lime difficilement ; sa pesanteur spécifique est 20,5.

A froid, il cède un peu sous le marteau ; mais bientôt il se fend et présente une cassure granuleuse.

Forgé au rouge-cerise, il s'égrène ; au rouge très-obscur, il s'aplatit d'abord légèrement, puis il se brise.

Chauffé et refroidi lentement, le platine fondu n'éprouve aucun recuit.

Exposé sous le vent du soufflet d'une forge, il ne s'est nullement radouci. Ce moyen ne suffisant pas pour enlever le carbone qu'on lui supposait combiné, on le cémenta pendant une heure dans de l'oxide de manganèse : le culot cémenté ne perdit rien de ses propriétés, il était toujours intraitable : dès-lors je commençai à douter de la présence du carbone dans le platine fondu.

En raisonnant dans l'hypothèse où c'était le carbone qui changeait les propriétés du platine, il devenait intéressant d'examiner si, comme le fer, ce métal était susceptible de s'unir au carbone par la cémentation.

J'ai donc stratifié dans un creuset des lames de platine avec de la poussière de charbon de bois ; le creuset fut chauffé pendant quatre heures à une forte chaleur, ménagée cependant de manière à ne pas fondre le métal : retiré du creuset, le platine avait perdu une partie de son éclat, sa surface présentait de petites boursoufflures semblables à celles qu'on remarque sur l'acier poule. La pesanteur spécifique du platine cémenté = 17,5 à 18. Le platine acquiert par la cémentation une assez grande dureté ; il raie très-facilement le platine pur, il raie même le fer, mais il n'attaque pas l'acier.

Il ne se durcit pas sensiblement par la trempe.

Dans la cémentation comme dans la fusion, le platine augmente un peu de poids. Cette propriété qu'a le

platine de durcir par la cémentation pourra peut-être recevoir quelques applications, soit dans la coutellerie, soit surtout dans l'armurerie, où on reproche au platine trop de mollesse. On fabriquerait d'abord les objets en métal, puis on les cémenterait plus ou moins de temps, selon le degré de dureté qu'on voudrait leur faire acquérir.

Examen du platine fondu et cémenté.

Environ 80 grammes de fonte de platine et de lames cémentées furent traités par l'eau régale : la dissolution fut plus difficile que celle du métal pur.

Pendant la dissolution on n'aperçut aucune trace de charbon.

Quand l'opération fut avancée, on remarqua une gelée transparente qui couvrait les morceaux de platine, et rendait leur dissolution très-difficile. Après avoir fait agir l'acide pendant long-temps et en agitant sans cesse, on parvint à dissoudre la presque totalité du métal; on évapora, on dissolvit le chlorure par l'eau, et on obtint pour résidu une poudre blanche.

Cette poudre, traitée au creuset d'argent avec trois parties de potasse, se fondit facilement, et la masse qu'on obtint par le refroidissement se dissolvit entièrement dans l'eau, à l'exception de quelques petits fragmens de platine qu'on sépara par le filtre. On versa dans la liqueur filtrée quelques gouttes d'acide sulfurique, et il s'y forma aussitôt un précipité blanc gélatineux.

Cette poudre blanche, obtenue pendant la dissolution du platine fondu et cémenté, est donc évidemment de

la silice, et l'on peut considérer cette terre comme à l'état de silicium dans le métal.

Il paraît très-probable que ce silicium provient du charbon de bois employé (1) : en effet, le charbon donne 2 à 3 pour $\frac{0}{0}$ de cendre en grande partie siliceuse, et dans le charbon, la silice qu'il contient est sans doute dans la meilleure condition pour se réduire, si déjà elle n'est pas à l'état de silicium dans ce combustible.

L'hypothèse qui consiste à regarder le charbon de bois comme la source du silicium a pour elle les faits suivans :

1°. Que l'augmentation de poids du platine traité par le charbon est très-peu de chose.

2°. Que si l'on met dans un creuset brasqué une trop grande quantité de lames de platine par rapport au charbon, la fusion n'arrive qu'imparfaitement, et souvent n'arrive pas du tout.

3°. Une lame de platine fut cémentée dans du noir de fumée contenu dans un petit coffre en tôle, enfermé lui-même dans un creuset : après la cémentation, le métal n'avait nullement changé, il était toujours très-ductile.

Pour faire cette expérience, j'ai employé du noir de fumée fait à la lampe : celui du commerce, contenant

---

(1) Ce silicium ne provient pas du creuset; car, en en prenant un d'une assez grande capacité, le remplissant de charbon fortement tassé, et plaçant au centre de cette brasque un morceau de platine, le métal se combinait au silicium comme quand cette brasque était plus légère.

toujours de la cendre très-divisée, se trouve propre à la cémentation du platine.

Pour juger de la quantité de silicium absorbée par le métal pendant sa fusion, on pesa très-exactement 5 grammes de platine, et on les fondit : le culot pesa 5,025.

1 gramme de cette fonte donna à l'analyse 0,010 de silice. Si, dans la fonte de platine, la silice s'y trouvait à l'état de terre, on aurait dû obtenir, pour 1 gr. de fonte, 0,005 de silice; mais on a obtenu 0,010 : il faut donc que, pendant la dissolution de la fonte de platine dans l'eau régale, le silicium ait absorbé 0,005 d'oxigène pour passer à l'état de terre. Si l'on admet ce résultat, il faudra considérer la silice comme contenant la moitié de son poids d'oxigène : c'est cette quantité que j'ai adoptée pour calculer la proportion du silicium contenu dans l'acier, d'après la silice obtenue pendant l'analyse.

Du Silicium dans l'acier.

On attribue au carbone seul la propriété de rendre le fer acier; et cette opinion, émise par MM. Monge, Berthollet et Vandermonde, est appuyée par les travaux des chimistes qui se sont occupés de l'acier. Toujours le carbone a été trouvé dans ceux examinés jusqu'à présent; mais un produit qu'on a aussi constamment rencontré, et que pourtant on a considéré comme principe accidentel, c'est la silice, dont la quantité égalait quelquefois celle du carbone. C'est dans l'intention de chercher la silice avec attention que j'ai analysé plusieurs produits de l'usine de La Bérardière : ces produits sont :

Fer de Rive ;

Acier cémenté, forgé ;

Acier fondu, en lingot.

Indépendamment de ces produits, j'ai aussi examiné un acier poule fabriqué à Monkland, près Glascow, avec du fer suédois de Danamora.

Le procédé consistait à dissoudre l'acier dans l'acide sulfurique étendu de six fois son poids d'eau.

Le résidu (1) étant bien séché, puis pesé, on le brûlait, et on jugeait du carbone par la perte.

Il est à remarquer que le résidu que laissent les aciers charbonneux quand on les dissout dans l'acide sulfurique étendu, s'enflamme bien avant que le creuset de platine où on les brûle soit rouge ; il arrive même quelquefois que la main peut supporter la température du creuset.

Ce qui restait après la combustion du résidu était mis en digestion avec de l'acide hydrochlorique étendu, qui dissolvait les oxides métalliques, et laissait la silice sensiblement pure : on la calcinait, puis on la pesait chaude.

Dans ce procédé, la manière de doser le carbone est loin d'être rigoureuse ; mais l'objet principal était de doser la silice.

---

(1) Je crois que les résidus des aciers, comme ceux des fontes, contiennent du silicium : c'est l'opinion de M. Daniel. Comme le silicium paraît avoir de l'analogie avec le bore et le carbone, il serait possible qu'il fût, dans les résidus aciéreux, à l'état de persiliciure de fer, comme le carbone y est à l'état de plombagine.

Les produits examinés sont composés ainsi qu'il suit :

	Fer.	Carbone.	Silicium.	Manganèse et cuivre.
Fer de Rive,	99,825.	traces.	0,175.	traces.
Acier cémenté,	99,325.	0,450.	0,225.	traces.
Acier fondu,	99,442.	0,333.	0,225.	traces.
Acier poule,	99,375.	0,500.	0,125.	traces.

Il paraîtrait, d'après ces résultats, que, dans la cémentation, en même temps que le fer se combine au carbone, il absorbe aussi une petite quantité de silicium. Si ce fait, que je ne donne ici que comme douteux, était établi par un grand nombre d'analyses de fer avant et après sa cémentation, on pourrait concevoir l'utilité de certaines substances que l'on ajoute au charbon dans les caisses à cémenter.

La combinaison du fer avec le silicium a été aperçue il y a déjà long-temps par Clouet; il a dit : le fer se combine au verre; et de toutes les expériences qu'on pourrait imaginer pour prouver la propriété qu'a le silicium de rendre le fer acier, aucune ne serait aussi concluante que celle que fit cet habile chimiste; mais telle était la force de l'opinion reçue, qu'il interpréta son résultat en faveur du carbone.

On sait qu'en fondant le fer doux avec un mélange d'argile et de carbonate de chaux, Clouet fit de l'acier fondu : convaincu que le carbone était essentiel à l'acier, il supposa que le sien en contenait, sans en constater la présence. Il expliquait ainsi sa formation : à une haute température, le fer enlevait l'oxigène à l'acide carbonique du calcaire; l'oxide de fer formé s'unissait aux

terres, et le carbone mis à nu se combinait au fer restant pour former l'acier : tout cela arrivait par une affinité prédisposante.

Cette théorie se trouve dans tous les ouvrages qui parlent de l'acier.

Cependant, quand on réfléchit sur cette opération, on a peine à concevoir cette décomposition de l'acide carbonique, et l'on ne voit dans la castine ajoutée que la chaux nécessaire pour former un verre avec l'argile (1).

Dans l'intention de m'assurer s'il existait du carbone dans l'acier Clouet, j'en ai préparé en suivant mot à mot le procédé indiqué dans le rapport fait à l'Institut. (*Journal des Mines.* XVIII.) Le fer que j'ai employé ne laissait aucun résidu sensible après sa dissolution dans l'acide sulfurique étendu.

Le creuset fut mis à sept heures. A huit heures, la fusion étant complète, je coulai : le creuset était en bon état et pouvait être employé une seconde fois.

M'étant ainsi procuré une certaine quantité d'acier Clouet, j'en ai examiné les propriétés et la composition.

Il se lime et se forge plus difficilement que l'acier fondu de La Bérardière.

Poli, il ne fait pas tache avec l'acide nitrique.

Analysé par l'acide sulfurique étendu, il s'est dissous difficilement, et pendant sa dissolution il a conservé son brillant métallique. Le résidu qu'il laissa était très-volumineux : c'était de la silice parfaitement blanche.

---

(1) On fait très-bien l'acier Clouet en substituant de la chaux au calcaire.

L'acier Clouet est composé de :

Fer,	99,20 ;	
Silicium,	0,80	= silice obtenue 1,60 ;
Carbone,	0,0.	
	100,0.	

Voici donc un acier totalement à base de silicium : cependant le nom d'*acier* ne peut lui être refusé, puisqu'il en a la propriété caractéristique, c'est-à-dire, la propriété de durcir par la trempe.

On peut donc avancer maintenant que le silicium paraît au moins aussi nécessaire que le carbone pour la transformation du fer en acier, puisqu'il ne semble pas qu'il en existe sans silicium, et qu'il est certain qu'il en est un sans carbone. Il faut bien se garder cependant, dans l'état actuel de nos connaissances sur le fer, de considérer le carbone comme un corps inutile dans l'acier. Ce combustible est même peut-être très-nécessaire pour le rendre plus facile à travailler. Un fait qui tendrait à prouver cette assertion, c'est que tous les aciers employés sont plus ou moins charbonneux, et qu'on n'a fait aucun usage de celui de Clouet.

Il n'appartiendrait qu'à un artiste exercé qui aurait occasion de comparer les deux aciers, de prononcer sur cette mátière.

Du Fer fondu.

On constate la fusibilité du fer en fondant le métal dans un creuset de Hesse : on obtient ordinairement un culot dont le fer est fusible au feu de nos forges.

Il se présente seulement une question.

Le culot métallique obtenu est-il du fer pur ?

10 grammes de clous d'épingle furent coupés par morceaux : 5 grammes dissous dans l'acide sulfurique étendu ne laissèrent pas de résidu appréciable ; les 5 autres grammes furent fondus dans un creuset de Hesse : on obtint un culot très-bien fondu et très-brillant.

Il était plus difficile à limer et à forger que le fer employé ; comme l'acier Clouet, il conserva son brillant dans l'acide étendu, et laissa un résidu très-blanc et très-volumineux qui était de la silice très-pure.

Le culot obtenu était composé de :

Fer,	99,46 ;
Silicium,	0,54 = silice obtenue 1,08.

Ce fer fondu a, comme on voit, beaucoup d'analogie avec l'acier fondu de Clouet ; l'argile et la chaux que l'on ajoute au fer pour préparer ce dernier forment un verre siliceux qui baigne sans cesse le métal, dissout facilement l'oxide de fer formé par la décomposition de la silice, et par là facilite beaucoup l'opération.

Dans la fusion du fer, au contraire, la décomposition de la silice se fait difficilement, parce que la silice du creuset a une force de cohésion considérable, et qu'ensuite l'oxide de fer qui se forme s'imbibe dans le creuset, et finit par défendre la terre du contact du métal : c'est sans doute là la cause qui fait que l'aciération ne s'est pas achevée en traitant le fer sans verre.

On ne peut donc pas juger du degré de fusion du fer quand cette opération se fait dans un creuset de Hesse, puisqu'il paraît suffisamment démontré qu'à une

température élevée le fer réduit la silice, se combine au silicium et forme un composé plus fusible que le métal. La même chose arrive au platine quand il trouve du silicium tout réduit; et s'il ne fond pas comme le fer dans un creuset de Hesse, c'est qu'en raison de son peu d'affinité pour l'oxigène, il n'a pas, comme ce dernier métal, la propriété de décomposer la silice. Si l'on ne connaît pas plus le degré de fusion du fer que ceux du platine et du manganèse, je crois qu'on peut déterminer l'ordre suivant lequel ces métaux entrent en fusion, quand ils sont combinés au carbone ou au silicium, ou à ces deux combustibles à la fois : ainsi, dans un creuset brasqué, celui qui fond le plus facilement, c'est le fer; vient ensuite le platine, puis le manganèse; et si, comme il est très-probable, ces métaux conservaient le même rapport dans leur degré de fusion quand ils sont à l'état de métaux purs, il faudrait en conclure que le manganèse est moins fusible que le platine.

EXAMEN *chimique du Séné.*

Par MM. J.-L. LASSAIGNE et H. FENEULLE.

PARMI les végétaux qui jouissent de propriétés purgatives, le séné est un de ceux qui sont le plus employés dans l'art de guérir; la connaissance des principes qu'il renferme devenait par conséquent utile aux médecins

éclairés qui aiment à savoir dans quel principe réside l'action de tel ou tel médicament, et quelles sont les combinaisons qu'il est susceptible de former, afin de pouvoir l'associer à d'autres corps sans détruire ses propriétés essentielles, et de neutraliser ses effets lorsqu'il agit d'une manière nuisible à l'économie animale.

M. Bouillon-Lagrange soumit un des premiers le séné à l'analyse; mais les moyens qu'on possédait alors ne lui permirent point d'en isoler le principe purgatif.

Le séné appartient à la famille des légumineuses de Jussieu; celui qui a servi à nos expériences est nommé dans le commerce *séné de la Palthe* (*cassia acutifolia* de Lamarck); il a été choisi bien sain et privé des portions de tiges et pétioles, et, autant que possible, des feuilles de cynanchum et autres apocynées qu'on y trouve toujours mélangées.

Analyse.

1°. On plaça dans un matras une portion de séné contusé avec de l'éther sulfurique, on fit chauffer au bain-marie pendant un quart d'heure, et le tout fut laissé en repos pendant douze heures : l'éther se colora, et prit une teinte verte; on l'introduisit dans une cornue de verre, et on distilla jusqu'au tiers : le produit de l'opération ne parut avoir pris que fort peu l'odeur propre au séné; le résidu fut évaporé à la chaleur de l'eau bouillante jusqu'à siccité; il était composé de chlorophylle, d'une huile grasse et d'un corps brun soluble dans l'eau, sur lequel nous reviendrons, et que l'éther avait enlevé à cause d'un peu d'alcool qu'il contenait.

2°. Du séné introduit dans une cornue avec de l'eau pure, soumis à la distillation, produisit un liquide laiteux, ayant l'odeur nauséabonde des feuilles de ce végétal.

Le décoctum resté dans la cornue, exprimé et filtré, avait une couleur jaune-brunâtre et une saveur amère; il rougissait le papier de tournesol; le muriate de baryte y formait un léger louche; l'oxalate d'ammoniaque, un précipité blanc pulvérulent; le nitrate d'argent précipitait légèrement; l'infusion de noix de galle le troublait légèrement; l'ammoniaque en fonçait la couleur; l'acétate de plomb y occasionait un précipité jaune sale, et le per-sulfate de fer une couleur verte-brunâtre, sans dépôt.

On essaya d'isoler l'acide et les autres produits par la méthode ordinaire, c'est-à-dire, par l'emploi de l'acétate de plomb; le précipité obtenu fut recueilli sur un filtre, et lavé à plusieurs reprises; ensuite on le délaya dans un peu d'eau, et on y fit passer de l'hydrogène sulfuré; on filtra la liqueur pour séparer le sulfure de plomb, et on évapora à siccité; l'extrait fut délayé dans l'alcool; celui-ci en dissolvit une portion, et laissa une matière blanche qui était du malate acide de chaux; la dissolution alcoolique était très-acide; évaporée en sirop, elle ne deposa pas de cristaux, même au bout de quarante-huit heures; la solution de cette matière dans l'eau précipitait l'eau de chaux et de baryte en flocons, etc.; traitée par l'acide nitrique, elle produisit un peu d'acide oxalique, et un principe qui, par l'addition de la potasse, devenait d'un beau rouge semblable à une solution de purpu-

rate d'ammoniaque : nous considérons cet acide comme de l'acide malique combiné à un principe colorant jaune que nous allons faire connaître.

Le dépôt de sulfure de plomb de l'expérience précédente fut traité par l'alcool bouillant qui se colora en jaune ; on filtra la liqueur, et on fit évaporer à siccité : le produit était d'un brun jaune vu en masse ; il se dissolvait dans l'eau, précipitait l'acétate et le sous-acétate de plomb ; la solution d'alun, mêlée avec ce principe colorant et du sous-carbonate de soude, donnait lieu à une laque d'une belle couleur d'ocre. Ce corps paraît susceptible de se fixer sur les tissus, et de leur donner une teinte jaunâtre ; nous avons teint un écheveau de fil de lin préalablement aluné : une portion de la laque, traitée par l'acide nitrique, prit une belle couleur d'un rouge vif ; introduite dans un petit tube de verre bouché à son extrémité et chauffée à la flamme d'une lampe à esprit-de-vin, elle se décomposa à la manière des substances azotées ; car un papier de tournesol rougi par un acide, placé à l'ouverture du tube, reprit sa couleur primitive.

3°. On fit aussi passer dans la liqueur précipitée par l'acétate de plomb un courant de gaz hydrogène sulfuré. On jeta sur un filtre, et on évapora à siccité ; l'extrait fut repris par l'alcool rectifié qui isola une matière brune formée de muqueux et de principe colorant ; ce corps, traité par l'acide nitrique, donna un peu d'acide oxalique et de l'amer de Welter ; sa dissolution dans l'eau était aussi rouge, effet qui vient, à ce qu'il nous paraît, de l'action de cet acide sur une certaine quantité de principe colorant.

4°. La solution alcoolique fut mise à évaporer jusqu'à consistance d'extrait; elle contenait de l'acétate de potasse que l'on sépara au moyen de l'alcool acidulé par l'acide sulfurique, puis en filtrant pour séparer le sulfate de potasse insoluble dans ce liquide, précipitant l'acide sulfurique en excès par l'acétate de plomb, isolant l'excès d'acétate de plomb par l'hydrogène sulfuré, filtrant de nouveau et évaporant à siccité : c'est ce produit que nous considérons comme le principe purgatif du séné, car il purge à petite dose en donnant de légères coliques, et jouit de propriétés chimiques particulières, ce qui nous engage à le désigner par le nom de *cathartine*, du mot français *cathartique* (purgatif) tiré du grec καθαίρω, je purge. Ce principe est au séné ce que l'émétine est à l'ipécacuanha.

Propriétés de la Cathartine.

1°. Cette matière est incristallisable, d'une couleur jaune-rougeâtre, d'une odeur particulière; sa saveur est amère et nauséabonde; elle est soluble dans l'alcool et l'eau en toute proportion, insoluble dans l'éther; son extrait attire l'humidité de l'air.

2°. Sa solution aqueuse précipite l'infusion de noix de galle en flocons jaunâtres; le sous-acétate de plomb en flocons de même nuance; l'iode, l'acétate de plomb neutre n'y forment point de précipité; le per-sulfate de fer y développe une couleur brune; la potasse, la soude et l'ammoniaque en foncent seulement la couleur; le chlore la décolore en la décomposant; enfin, la solution de tartrate de potasse antimonié et celle de gélatine ne troublent point celle de cette matière.

3°. Soumise à la distillation dans une petite cornue de verre, elle se décompose en donnant de l'acide carbonique, de l'acide acétique, de l'huile empyreumatique et de l'hydrogène carboné ; le charbon resté dans la cornue brûle sans laisser de résidu.

Tels sont les caractères que nous a présentés la matière purgative du séné. Nous pensons qu'on peut la regarder comme un principe particulier. La matière que l'éther avait enlevée avec la chlorophylle, et l'huile grasse dont nous avons parlé plus haut, était composée de cathartine et de principe colorant jaune.

Suite de l'Analyse.

1°. Des feuilles de séné furent macérées dans de l'eau distillée pendant plusieurs heures ; la liqueur filtrée fut ensuite portée à l'ébullition ; il s'en sépara des flocons grisâtres qui étaient de l'albumine coagulée. On évapora à siccité : l'extrait essayé par l'acide sulfurique dégagea des vapeurs sensibles d'acide acétique ; ce qui prouve l'existence d'un acétate que nous pensons être celui de potasse.

2°. On fit bouillir avec de l'acide hydrochlorique faible une portion de séné épuisée par l'éther et l'eau ; on précipita la liqueur filtrée par un excès d'ammoniaque ; le dépôt, recueilli et bien lavé, fut introduit dans une fiole avec une solution de sous-carbonate de potasse, et porté à l'ébullition pendant une demi-heure ; la liqueur filtrée, saturée par l'acide nitrique, fut décomposée par l'acétate de plomb ; le précipité, bien lavé, délayé dans l'eau, fut soumis à un courant d'hydrogène sulfuré ; on sépara

le sulfure de plomb par filtration, et on fit évaporer; on obtint par le refroidissement des cristaux blancs très-acides, dont la solution précipitait l'eau de chaux et de baryte en flocons blancs, et dans laquelle un peu de potasse déterminait la formation de petits cristaux de crême de tartre : c'était donc évidemment de l'acide tartrique. Le résidu de la décomposition du sel par le sous-carbonate de potasse fut redissous par l'acide nitrique avec effervescence; l'ammoniaque en précipita du sous-phosphate de chaux; la liqueur, filtrée, donna par l'oxalate d'ammoniaque un dépôt d'oxalate de chaux : l'acide hydrochlorique avait donc enlevé au séné du tartrate et du sous-phosphate de chaux.

3°. Une certaine quantité de séné, incinérée, produisit du sous carbonate de potasse, du chlorure de potassium, du sulfate de potasse, du sous-phosphate de chaux, du sous-carbonate de chaux, des traces de sulfate de chaux et de silice.

D'après l'exposé que nous venons de faire, on voit que notre analyse du séné diffère de celle de M. Bouillon-Lagrange; il est aussi remarquable que nous n'y avons point rencontré de sel magnésien annoncé par ce chimiste, même en employant la méthode de M. Lonchamp, consignée dans les *Annales de Chimie* de l'année 1819.

En résumé, les feuilles du *cassia acutifolia* contiennent, d'après notre analyse :

1°. De la chlorophylle;
2°. Une huile grasse;
3°. Une huile volatile peu abondante;

4°. De l'albumine ;
5°. Un principe purgatif (cathartine) ;
6°. Un principe colorant jaune ;
7°. Du muqueux ;
8°. De l'acide malique ;
9°. Du malate et du tartrate de chaux ;
10°. De l'acétate de potasse ;
11°. Sels minéraux.

SUR *la Combinaison des cyanures avec le soufre et avec le sélénium.*

PAR J. BERZELIUS (1).

DANS un Mémoire sur l'art de préparer la lessive du sang publié à Vienne en 1790, *Winterl* annonça que si l'on fait carboniser le mélange d'où l'on tire cette lessive sans l'exposer à un feu rouge, il en résulte une nouvelle combinaison qu'on peut extraire à l'aide de l'alcool : cette combinaison est, d'après lui, composée de potasse et d'un acide particulier qui ne précipite pas le sulfate de fer. Il nomma cet acide *blutsäure* (acide du sang), et il prétendait qu'on pouvait le précipiter sous forme d'une poudre blanche, à l'aide de l'acide muriatique.

---

(1) Traduit des *Mémoires* de l'Académie des Sciences de Stockholm, vol. I, pour l'an 1820, p. 82.

Bucholz (1) trouva ensuite que lorsqu'on distille la lessive du sang avec de l'acide sulfurique, on obtient, vers la fin de l'opération, un acide qui sent l'acide prussique, mais qui colore les dissolutions de fer en rouge sans les précipiter. Il regarda cet acide comme une modification de l'acide prussique, et il croyait qu'il peut être produit par l'action de l'alcool sur un prussiate ferrugineux ordinaire.

M. *Rink* (2) répéta les expériences de *Winterl*, afin de vérifier les résultats que celui-ci en avait tirés, et il trouva alors que l'on obtient avec le prussiate ferrugineux de potasse un autre sel soluble dans l'alcool, dont il a fort bien décrit les propriétés, qui sont entièrement identiques avec celles de l'acide hydrocyanique sulfuré.

M. *Porrett* (3) trouva qu'en faisant digérer du bleu de Prusse avec une dissolution de sulfure de potasse, il se produit une modification de l'acide prussique, qu'il croyait être un degré d'oxidation inférieur du radical prussique, et qu'il nomma par conséquent *acide prusseux*. Ne connaissant pas, à ce qu'il paraît, les expériences de Bucholz et de Rink, il croyait être le premier qui se fût aperçu de cet acide et de ses propriétés particulières. Dans un Mémoire publié quelques années

---

(1) *Beytraege zur Erweiterung*, *etc*. Erfurt, 1799. H. I, p. 88-91.

(2) *Neues allgem. Journ. der Chemie*, par Gehlen. Berlin, 1804. T. II, p. 464.

(3) *Philos. Magazine*, par Tilloch. N° 36, p. 196. Londres, 1808.

après (1), il prouva que le soufre est un élément essentiel de cet acide, et il le nomma, à cause de cela, *acide prussique sulfuré*, ou, d'après un principe de nomenclature qui lui est particulier, *acide chyazique sulfuré*. Dans ce Mémoire, M. Porrett a décrit une méthode, un peu compliquée, de se procurer cet acide isolé, et il a donné une description de la plupart de ses combinaisons avec les bases. Par une analyse des prussiates sulfurés de baryte et de protoxide de cuivre, il crut avoir trouvé que l'acide est composé de 65.3 p. de soufre sur 34.7 p. d'acide prussique.

M. *de Grotthuss* (2) publia ensuite une méthode plus convenable pour la production des combinaisons de l'acide prussique sulfuré avec les bases. Il fit fondre ensemble des prussiates de potasse ferrugineux et du soufre dans un creuset couvert, et il recommanda de les exposer à une très-haute température. Il a donné une excellente description du prussiate de potasse sulfuré, et de quelques autres prussiates sulfurés.

D'après le calcul de M. de Grotthuss, le nouvel acide doit être composé de la manière suivante :

Soufre,	67.29;
Charbon,	8.48;
Azote,	19.26;
Hydrogène,	4.47.

---

(1) *Philos. Transact.* 1814. P. 15.

(2) *Journal* de Schweigher, vol. XX, p. 225. Nurenberg, 1817.

Ce qui, réduit en atomes, fait $C + N + 3S + 6H$. Le rapport de l'hydrogène à l'azote et au soufre est celui qu'on trouve dans l'ammoniaque et dans l'hydrogène sulfuré; mais le carbone y est combiné avec deux fois autant d'azote que dans le cyanogène.

M. Vogel (1) trouva que la méthode proposée par M. de Grotthuss réussit fort bien, mais qu'il ne faut pas employer d'aussi hautes températures que celles que ce savant indique. Il recommande de faire fondre le mélange de soufre et de prussiate de potasse ferrugineux dans une fiole de verre, et de le tenir en fusion pendant une demi-heure. Il a décrit avec beaucoup d'exactitude les propriétés dont jouit l'acide prussique sulfuré isolé, et il a corrigé plusieurs idées inexactes dans les Mémoires de ses prédécesseurs.

La nature de ces combinaisons est devenue d'un grand intérêt depuis les résultats des recherches sur les prussiates ferrugineux que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie il y a quelque temps. Il résulte de ce travail que les proportions dans lesquelles on a trouvé les élémens combinés dans cette nouvelle classe de corps, ne peuvent pas être exactes, et c'est principalement pour déterminer exactement cette composition que j'ai entrepris les expériences suivantes.

J'ai mêlé du cyanure de fer et de potassium avec la moitié de son poids de soufre très-pur, et j'ai fait fondre le mélange dans une fiole. Aussitôt que la fusion a été complète, j'ai retiré la fiole du feu, et j'ai fait dissoudre

---

(1) *Journal de Schweigger*. Vol. XXIII, p. 15. Nurenberg, 1818.

la masse noirâtre dans de l'eau. Le liquide était incolore, et il avait entièrement le goût d'une dissolution de sulfate de protoxide de fer : exposé à l'air, il a pris peu à peu une couleur rouge, et a laissé déposer une poudre jaune insoluble, parfaitement ressemblante au sous-sulfate du deutoxide de fer qui se dépose d'une dissolution de sulfate de protoxide. En y ajoutant du carbonate de potasse, il s'est formé un précipité blanc de carbonate de fer qui s'est décomposé peu à peu, en dégageant de l'acide carbonique et en passant à l'état de deutoxide. Le liquide, évaporé, a donné un sel cristallisé, blanc et strié longitudinalement.

J'ai fait quelques expériences pour déterminer la température nécessaire pour combiner le soufre avec le cyanure de fer et de potassium, et j'ai trouvé qu'ils commencent à agir l'un sur l'autre à la température où le soufre entre en fusion. La combinaison est déjà toute faite avant que le soufre ne commence à distiller, pourvu toutefois que les matériaux aient été suffisamment bien mélangés avant de les exposer au feu. On peut donc fort bien effectuer leur combinaison sur un bain de sable ordinaire. Le cyanure de potassium se combine avec le soufre, et cette combinaison se maintient dans une température assez élevée; mais le cyanure de fer est à peine produit, qu'il commence à se détruire. Il se produit du sulfure de fer au *maximum*, et le cyanogène dégagé se décompose, en donnant naissance à du gaz azote et à du sulfure de carbone dont l'odeur se fait sentir depuis le commencement de la réaction du soufre sur le cyanure.

Il est toujours avantageux de décomposer aussi peu que possible le cyanure de fer, parce que, en saturant la dis-

solution de la masse fondue avec de la potasse, on en retire une quantité plus grande du sel à base de potasse. Si le mélange n'a pas été entièrement décomposé par le soufre, il se forme, par l'addition de l'eau, un hydro-cyanate blanc de fer, qui devient bleu par l'exposition à l'air. S'il y a un tel excès de cyanure de fer et de potassium non décomposé, que la dissolution contienne un peu d'hydro-cyanate mélangé avec l'hydro-cyanate sulfuré, ce mélange donne, dans les dissolutions de fer, une couleur noire qui ressemble exactement à celle produite par l'acide gallique, et dont la substance colorante se tient suspendue ou dissoute dans le liquide.

Pour éviter ces impuretés, il faut exposer le mélange de soufre et de cyanure de fer et de potassium à la chaleur, jusqu'à ce que la masse soit entièrement fondue; mais si alors on continue à chauffer, la combinaison du soufre avec le cyanure de fer se décompose de plus en plus, et l'on perd la combinaison de soufre et de cyanogène jusque là retenue par le fer. A une très-haute température, il n'en reste plus que des traces, et j'ai lieu de croire que, par une température très-élevée, la combinaison du soufre et du cyanure de potassium même se décompose en formant du sulfure de potassium, et en laissant dégager du sulfure de carbone et du gaz azote.

Comme le cyanure de fer et de potassium ne contient point d'hydrogène, il est évident que la substance fondue qui résulte de l'action du soufre sur le cyanure ne saura non plus en contenir, et que, par conséquent, la nouvelle combinaison est un cyanure sulfuré de potassium et de fer. Il faut cependant la considérer comme

la combinaison d'un métal électro-positif avec une substance composée électro-négative, que je nommerai provisoirement *sulfure de cyanogène* (*sulphuretum cyanogenii*). J'appellerai les combinaisons du sulfure de cyanogène avec les métaux des *sulfo-cyanures*, ou bien, si on le préfère, des *cyano-sulfures* (*sulpho-cyanetum*).

Au moment où les sulfo-cyanures se forment, l'affinité cesse entre le fer et le potassium; leurs sulfo-cyanures ne sont que mélangés, et on n'en peut point retirer des sels doubles, comme on fait avec le cyanogène seul. Après la dissolution des sulfo-cyanures par l'eau, il reste une poudre insoluble, dont la composition varie d'après la température à laquelle la combinaison s'est faite. Cette poudre est composée tantôt de bleu de Prusse, de soufre en excès, et de sulfure de fer au *maximum*, qui paraît contenir aussi du carbone; tantôt c'est un mélange des deux sulfures de fer, et si le mélange a été chauffé au rouge avant d'être retiré du feu, ce reste insoluble n'est que du fer sulfuré magnétique.

Je n'ai rien à ajouter à la bonne description du sulfocyanure de potassium et de sa dissolution par l'eau, que nous devons à M. Grotthuss, sinon que ce corps a une ressemblance frappante avec le salpêtre, tant par la forme de ses cristaux que par le goût de sa dissolution et par sa fusibilité. Si on prend les cristaux formés dans une dissolution saturée de sulfo-cyanure de potassium, et si on les écrase sur du papier joseph, afin de laisser absorber et sécher l'humidité adhérente à leurs pores, le sel sec ne contient plus ni eau ni hydrogène, et se laisse fondre sans perte appréciable, et sans subir d'altération, même à une chaleur rouge, si

l'accès de l'air est empêché. Si on fait fondre ce sel avant que l'eau-mère adhérente ne soit absorbée ou desséchée, une petite partie se décompose; il se sublime du carbonate d'ammoniaque; la masse prend l'odeur de gaz hydrogène sulfuré, et devient jaunâtre par la production de sulfure de potasse. Si, au contraire, on brûle le sel sec par le gaz oxigène, il ne se produit ni de l'ammoniaque ni de l'eau, et il reste du sulfate de potasse. Toutes ces circonstances prouvent que le sulfo-cyanure de potassium, ou se dissout dans l'eau sans que le potassium devienne potasse, et sans que le sulfure de cyanogène se change en acide hydro-cyanique sulfuré, ou que l'hydro-cyanate sulfuré de potasse se décompose au moment de la cristallisation, et qu'il se reproduit de l'eau et du sulfo-cyanure de potassium.

Quant au sulfo cyanure de fer, il paraît bien certain que sa dissolution contient un sel à base de protoxide de fer; son goût astringent et douceâtre, sa propriété de rougir le papier de tournesol, tout comme cela a lieu avec la dissolution du sulfate ou du muriate neutre de protoxide de fer; sa propriété d'absorber de l'oxigène de l'air, et de donner un sel neutre rouge à base de deutoxide de fer, qui reste dans la dissolution, et un sous-sel du même oxide, qui s'en précipite en forme d'une ochre jaune, et dont l'acide a dû se former par une autre circonstance que par l'influence oxidante de l'air; toutes ces analogies avec les sels à base de protoxide de fer paraissent mettre hors de doute que le liquide contient un hydro-cyanate sulfuré de protoxide de fer, et non pas un sulfo-cyanure de fer.

Pour déterminer les quantités relatives de soufre et de

potassium dans le sulfo-cyanure de ce métal, on n'a besoin d'autre chose que d'oxider, moyennant de l'acide nitro-muriatique, le sulfo-cyanure, et de déterminer la quantité produite d'acide sulfurique et de potasse. Quoique cette opération soit très-simple, elle présenta d'abord des difficultés dont je tardai long-temps à découvrir la vraie cause, et qui me firent inutilement varier et répéter mes expériences. Ces difficultés consistaient principalement en ce que, quoique dans chaque expérience il y eût presque la même quantité de potasse formée, l'acide sulfurique précipité par du muriate de baryte variait un peu. Je crus d'abord que l'acide hydro-cyanique sulfuré était assez volatil pour s'évaporer en partie sans décomposition : pour obvier à cela, je fis fondre le sulfo-cyanure dans des tubes de verre fermés par un bout, et je plongeai ensuite les tubes dans l'acide, qui ne put toucher le sulfo-cyanure que sur une très-petite surface à la fois ; mais cette précaution fut inutile.

Voulant me servir d'un sulfo-cyanure non fondu et d'un acide nitro-muriatique très-faible, pour les exposer ensuite à l'action directe des rayons du soleil, je trouvai que le sel, en tombant dans l'acide, produisit une petite effervescence, qui disparut à l'instant, sans qu'il y eût d'autre dégagement de gaz, jusqu'à ce que le liquide commençât à développer du gaz nitreux une heure après.

Le sulfo-cyanure fut retiré du mélange des deux sels à base de potasse et de protoxide de fer, par la précipitation du dernier à l'aide du carbonate de potasse ; on fit ensuite évaporer à sec, et on sépara le sulfo-cyanure du carbonate excédant, à l'aide de l'alcool à 0,83.

En répétant cette opération avec une nouvelle attention, je trouvai qu'une partie du carbonate de potasse se changeait en bi-carbonate, par la décomposition du carbonate de fer, aux dépens de l'air pendant la filtration, et que ce bi-carbonate passait en partie dans la dissolution alcoolique. Il est presque impossible de le séparer du sulfo-cyanure par la seule cristallisation ; mais en y ajoutant quelques gouttes d'une dissolution d'hydro-cyanate sulfuré de fer, on décompose le carbonate de potasse, et le petit excès de fer reste pour la plus grande partie dans l'eau-mère.

a. 1,172 gr. de sulfo-cyanure fondu et incolore, décomposés à l'aide de l'acide nitro-muriatique, ont produit une quantité d'acide sulfurique qui, précipitée par du muriate de baryte, a donné 2,75 gr. de sulfate de baryte. Le liquide filtré a été sur-saturé d'acide sulfurique ; le muriate de baryte, ajouté en excès, a été ainsi décomposé et séparé ; le liquide évaporé à sec, et le sel chauffé à rouge, a fourni 1,037 gr. de sulfate de potasse neutre.

b. 1,1 gr. de sulfo-cyanure ont donné 0,978 gr. de sulfate de potasse.

c. Une portion déterminée de sulfo-cyanure a produit 2.28 gr. de sulfate de baryte et 0,844 gr. de sulfate de potasse.

En calculant ces résultats, l'on trouve que le rapport de la potasse à l'acide sulfurique est tel, que le dernier donnerait un bi-sulfate avec la potasse : or, c'est le même rapport dans lequel le cyanure de potassium et de fer se combine avec l'acide sulfurique, comme j'ai eu occasion de le prouver dans mes recherches sur les prussiates ferrugineux. Si le cyanure d'un métal, pour

devenir sulfo-cyanure, se combine avec deux fois la quantité de soufre qu'il faut pour donner un sel neutre avec l'oxide du métal, le résultat dans l'expérience *a*) a dû donner 1.045 gr. de sulfate de potasse et 2.78 gr. de sulfate de baryte. Dans l'expérience *b*) il aurait dû être 0.983 gr. de sulfate de potasse, et dans *c*) 2.28 gr. de sulfate de baryte devraient correspondre à 0.852 gr. de sulfate de potasse.

Ces différences sont si petites, que l'on peut les considérer comme des erreurs d'observation inévitables. J'ai en outre décomposé une portion de sulfo-cyanure de barium à l'aide de l'acide nitro-muriatique; j'ai pesé le sulfate de baryte qui s'est formé d'abord, et j'ai ensuite précipité la dissolution par du muriate de baryte, qui m'a donné, à une couple de milligrammes près, le même poids que la première portion.

Le *sulfure de cyanogène* est donc composé d'un atome de cyanogène et de 2 atomes de soufre, tout comme cela a lieu avec les sulfures de la plupart des substances simples (ou regardées comme telles). Si on fait le calcul d'après les élémens, il est composé d'un atome d'azote (c'est-à-dire, dans l'hypothèse que celui-ci est le premier oxide du nitricum, d'un atome de nitricum et d'un atome d'oxigène), de 2 atomes de carbone et de 2 atomes de soufre; ce qui, réduit en volumes, fera des volumes égaux de chaque élément, puisque ce que j'appelle ici un *atome d'azote* est en effet 2 volumes. C'est donc la manière de combinaison la plus simple. La formule par laquelle cette dernière se laisse exprimer sera NC^2S^2; le poids relatif des élémens est comme il suit :

Carbone,	20.63	2 at.	150.66.
Azote,	24.28	1 at.	177.26.
Soufre,	55.09	2 at.	402.32.
	100.00		730.24 (1).

Comme, dans le cyanure de potassium, le métal est combiné avec 2 atomes de cyanogène, et que dans le sulfo-cyanure il se combine en outre avec 4 atomes de soufre, la composition du sulfo-cyanure de potassium sera représentée par $K + 2\dot{N}C^2S^2$, c'est-à-dire que le potassium est combiné avec 2 atomes de sulfure de cyanogène. Le poids relatif des élémens est comme il suit :

Potassium,	40.15	1 at.	......	979.83.
Azote,	14.53	2 at.	354.52	1460.48.
Carbone,	12.35	4 at.	301.32	
Soufre,	32.97	4 at.	804.64	
	100.00.			2440.31.

La formule précitée indique que si les élémens du sulfo-cyanure de potassium étaient oxidés, la potasse devrait donner avec l'azote, à l'exclusion des deux autres élémens, du nitrate de potasse neutre, avec le carbone du bi-carbonate, et avec le soufre du bi-sulfate. Il est connu, par des expériences déjà publiées par d'autres chimistes, que lorsque le sulfo-cyanure de potassium décompose d'autres sels, en faisant un échange de base

(1) Ce nombre, et ceux qui dans l'exposition suivante y correspondent, expriment le poids de l'atome composé.

avec eux, la neutralité se conserve, d'où il s'ensuit que la composition de tous les autres sulfo-cyanures se laisse calculer d'après la formule relative au sulfo-cyanure de potassium.

Il est évident que quand un sulfo-cyanure se dissout dans l'eau, et qu'il en résulte un hydro-cyanate sulfuré, le sulfure de cyanogène se combine avec l'hydrogène dégagé de l'eau par l'oxidation du métal. Or, comme pour chaque atome d'oxigène absorbé par ce dernier, il y aura 2 atomes d'hydrogène à combiner avec le sulfure de cyanogène, l'acide hydro-cyanique sulfuré sera composé d'un volume égal de chacun de ses élémens, dont le rapport se laisse représenter par $2H + \dot{N}C^2S^2$, de manière qu'un atome composé de sulfure de cyanogène se combine avec 2 atomes d'hydrogène, tout comme cela a lieu pour les combinaisons de l'hydrogène avec les corps simples, tels que l'oxigène, le soufre, le sélénium, etc. L'acide hydro-cyanique sulfuré est donc composé en poids de la manière suivante :

Hydrogène,	1.68	2 at.	12.44.
Azote,	23.85	1 at.	177.26.
Carbone,	20.30	2 at.	150.66.
Soufre,	54.17	2 at.	402.32.
	100.00		772.68.

Ce que je viens de rapporter, tant sur les cyanures, dans mon Mémoire précédent, que sur les sulfo-cyanures, dans celui-ci, prouve que les phénomènes relatifs à ces substances ne se laissent expliquer que d'après une théorie entièrement analogue à celle que l'on a, dans ces

derniers temps, adoptée pour les muriates, en considérant le gaz oxi-muriatique comme un corps simple, le chlore. Cette théorie se laisse rendre plus générale et en même temps plus intéressante, en l'étendant à tous les acides combinés avec de l'eau (hydratés), ainsi qu'à tous les sels, de la manière proposée par M. Dulong, en considérant les acides et les sels comme des composés d'hydrogène et de métaux combinés avec le radical de l'acide et l'oxigène tant de l'acide que de la base, comme faisant un seul corps (1). La nature des cyanures et des sulfo-cyanures augmente l'intérêt des idées de M. Dulong, parce qu'elles rendent à la série des corps qui se ressemblent dans leurs propriétés extérieures, une analogie parfaite dans le mode de combinaison de

(1) Dans cette théorie, il y aura toujours une grande probabilité que la substance combinée avec l'hydrogène ou avec le métal doit être composée, quoiqu'il ne soit point nécessaire que l'oxigène doive être l'un des élémens. Aussi cette théorie ne s'applique pas aussi bien aux hydro-sulfures, hydro-séléniures, hydro-tellures, où le corps combiné avec l'hydrogène est simple, ni aux sels avec excès d'acide ou de base, si toutefois les proportions chimiques doivent être considérées comme ayant quelque réalité; car, dans le sulfate de potasse, le potassium est combiné avec $S+4\,O$; dans le bi-sulfate, c'est avec $S+3\frac{1}{2}\,O$, et dans les sous-sulfates avec $S+6\,O$. Quoique, selon moi, l'ancienne explication paraisse être plus satisfaisante ici que la nouvelle, cette dernière mérite néanmoins d'être considérée, dans son application à toutes les combinaisons salines, pour l'analogie et la conséquence dans les explications qui en deviendront une suite nécessaire, et qui nous manquent à présent.

leurs élémens, quoique ces élémens ne soient pas toujours les mêmes : ainsi, par exemple, dans le sulfo-cyanure de potassium, qui a une ressemblance frappante avec le nitrate de potasse, le soufre et le carbone remplacent l'oxigène qui se trouve combiné avec l'azote et avec le potassium dans le nitre.

Les décompositions et les recompositions de l'eau, que j'ai, conjointement avec d'autres chimistes, considérées comme une grande objection contre la nouvelle théorie de la nature de l'acide muriatique, se font chez les sulfo-cyanures d'une manière qui ne laisse plus de doute sur leur réalité, et l'on peut ajouter à cela que les cyanures, et surtout les sulfo-cyanures, ont une analogie complète avec les sels formés par des bases oxidées et par des acides oxigénés, c'est-à-dire, formés par un radical combustible et l'oxigène.

La prétendue analogie entre l'acide hydro-cyanique sulfuré et l'hydro-cyanate acide de protoxide de fer (l'acide chyazique ferrugineux de M. Porrett) n'existe pas, comme on peut le voir d'après l'exposition que j'ai faite de l'une et de l'autre de ces substances ; car le fer conserve toujours, dans ce dernier, la nature d'un corps électro-positif, et dans les hydro-cyanates il est toujours en forme de base, quel que soit son degré d'oxidation ; d'un autre côté, le soufre, dans les sulfo-cyanures, est la substance la plus électro-négative, qui fait toujours un élément essentiel de l'acide.

En employant, pour l'explication des phénomènes produits par les cyanures, une théorie analogue à celle qui considère le chlore comme un corps simple, et en généralisant cette manière de voir d'après les idées de

M. Dulong, le sulfure de cyanogène devient, sous un rapport théorique, d'un intérêt bien grand. On se demande : le sulfure de cyanogène peut-il exister en état isolé, comme, par exemple, la substance correspondante dans les cyanures, dans les chlorures ou les muriates, ou bien, n'existe-il pas hors la combinaison avec un corps électro-positif, comme cela paraît être le cas avec le corps correspondant dans les sulfates, les nitrates, les fluates, etc. ?

Quelques expériences que j'ai faites pour l'obtenir en état isolé m'ont donné un résultat négatif, et quoique cela ne prouve pas qu'il ne puisse exister en état isolé, je les rapporterai ici parce qu'elles ne sont pas tout-à-fait sans intérêt.

J'eus quelque espérance que le sulfo-cyanure de mercure me donnerait le sulfure de cyanogène, tout comme on obtient, par une méthode analogue, le cyanogène. Je tâchai donc de me procurer cette combinaison, en distillant le sulfure de potassium avec de l'acide sulfurique étendu, et en saturant le liquide distillé par de l'oxide de mercure. Le mélange eut une odeur désagréable d'amandes amères gâtées et de sulfure de carbone, laquelle ne diminua point par la saturation de l'acide, et qui par conséquent ne lui appartenait pas. Une poudre jaunâtre s'était déposée dans la cornue. Cette poudre contenait du soufre et un peu de carbone, comme M. Vogel l'a trouvé.

Le liquide, saturé par de l'oxide de mercure, fut partagé en deux. Une partie laissée à elle-même s'évapora peu à peu, en laissant un sel cristallisé confusément en rayons entrelacés, d'une couleur blanche et d'un goût

métallique. Je fis sécher ce sel à une douce chaleur, et je le distillai ensuite. Au premier coup de la chaleur, une grande quantité de gaz se dégagea à la fois ; en continuant ensuite à chauffer, on obtint peu de gaz ; il se sublima du cinabre, et une masse spongieuse, légère, d'une couleur blanche-jaunâtre, resta dans la cornue. Le gaz recueilli contenait du sulfure de carbone, qui se déposa même en gouttelettes sur les parois intérieures de la cloche, du gaz azote, et un gaz d'une odeur piquante et désagréable; mais il était impossible de déterminer si c'était du sulfure de cyanogène, ou si ce n'était pas plutôt un mélange de cyanogène et de sulfure de carbone. Une grande partie de ce gaz se laissa absorber par l'alcool, qui donna des traces d'acide hydrocyanique sulfuré avec les dissolutions de fer. La substance prédominante dans cette dissolution était le sulfure de carbone, dont la présence rend tout examen impossible, puisque le cyanogène et le sulfure de carbone absorbés ensemble, tant par l'alcool que par l'eau, donnent naissance à de l'acide hydro-cyanique sulfuré. Enfin, après l'évaporation de la plus grande partie du sulfure de carbone du liquide alcoolique, il m'a semblé reconnaître l'odeur particulière du cyanogène.

L'autre partie du liquide, contenant du sulfo-cyanure de mercure, fut mêlée avec un excès d'oxide de mercure et digérée pendant quelque temps. L'oxide changea peu à peu d'apparence, prit une couleur jaune de citron, et le liquide finit par ne plus contenir de mercure. Cette substance jaune paraît être un proto-sulfo-cyanure de mercure, proportionnel au calomel, ou aux sels formés par le protoxide de ce métal, et il a dû sa naissance à le

décomposition d'une partie du sulfure de cyanogène, moyennant l'oxigène de l'oxide de mercure. Le mercure est doué d'une affinité particulière pour le sulfure de cyanogène, dans la proportion d'un atome de chacun; et lorsqu'on cherche à produire la combinaison avec un atome de mercure sur 2 atomes de sulfure de cyanogène, peu de chaleur suffit pour détruire le deuto-sulfo-cyanure, et pour faire précipiter l'autre. Le dernier ne se laisse point décomposer ni par la potasse caustique, ni par l'acide muriatique concentré, qui en dissout une certaine quantité en prenant une couleur jaunâtre. Si l'on ajoute de l'eau à la dissolution, le sulfo-cyanure se précipite de nouveau. L'acide nitro-muriatique n'a que peu d'action sur ce composé, même lorsque l'acide est concentré; si, après plusieurs heures de digestion, on étend l'acide avec de l'eau, il se précipite toujours une certaine quantité de proto-sulfo-cyanure non décomposé, en forme d'une poudre blanche-jaunâtre.

J'ai essayé de distiller le cyanure de mercure avec un tiers de son poids de soufre. Lorsque le soufre entre en fusion, une réaction très-vive commence, et il se dégage beaucoup de gaz avec véhémence. La nouvelle combinaison est visqueuse, le gaz ne peut plus en sortir, elle se boursouffle, sort de la cornue, se fige au cou et la cornue crève. J'ai examiné à plusieurs reprises le gaz qui se développe avant ce moment : c'était toujours un mélange de cyanogène, de sulfure de carbone et de gaz azote. Le cyanogène était ici la substance prédominante, de manière qu'il se manifesta distinctement par son odeur particulière.

La masse, dans la cornue, est noire, remplie de bul-

les, boursoufflée, et ressemble beaucoup à de la pierre ponce. Je l'ai pulvérisée et distillée de nouveau : elle a donné les mêmes produits gazéiformes, dont je viens de parler, du cinabre qui s'est sublimé, et la masse spongieuse, légère, d'une couleur blanche-jaunâtre, dont j'ai parlé plus haut, et qui n'est que du proto-sulfo-cyanure de mercure. Si on continue la chaleur, ce proto-sulfo-cyanure se décompose peu à peu, et se convertit en cinabre et en cyanogène, qui, vers la fin de la distillation, ne contient plus ni de sulfure de carbone ni de gaz azote. Si on arrête la distillation avant la décomposition entière du proto-sulfo-cyanure de mercure, et qu'on le mette ensuite dans un tube de verre fermé par un bout en l'y comprimant fortement, on peut le faire sublimer, au moins en partie, par une chaleur forte et peu continuée. Une partie se décompose toujours, et donne du cinabre; mais au-dessous de celui-ci, on obtient un sublimé d'un beau jaune de citron, à demi translucide et d'une cassure cristalline.

Si, au lieu de mêler le cyanure de mercure avec du soufre, on ajoute ce dernier en petits morceaux, la réaction devient moins forte, et les vaisseaux ne sont point détruits; mais les produits de la distillation deviennent toujours les mêmes. L'action que produit le soufre sur le cyanure de mercure paraît donc être la suivante : il forme avec le mercure et avec la moitié de son cyanogène, un proto-sulfo-cyanure de mercure; le cyanogène mis en liberté s'échappe en partie sans décomposition, mais aussi sans se combiner avec le soufre, tandis qu'une autre partie est décomposée en sulfure de carbone et en gaz azote. Enfin, le proto-sulfo-cyanure

de mercure est décomposé à son tour par la chaleur, en donnant naissance à du cinabre et à du cyanogène pur.

Dans toutes ces distillations, il se forme dans le col de la cornue un sublimé pulvérulent d'une couleur brûnâtre, qui rappelle la masse brune résultant de la décomposition spontanée de l'hydro-cyanate d'ammoniaque. Chauffé, il donne du soufre, et laisse pour résidu une masse charbonnée qui paraît se volatiliser à une température plus élevée. Les alcalis caustiques le dissolvent en partie, en prenant une couleur jaunâtre, et laissent non dissoute une substance brune. Si on ajoute un acide à la dissolution alcaline, il se forme un précipité jaune. Avec les dissolutions de fer, elle donne une faible réaction de l'acide hydro-cyanique sulfuré.

Il paraît donc, d'après ces expériences, que ce n'est point par une température élevée qu'il faut tâcher de se procurer le sulfure de cyanogène en état isolé.

Sur le Sélénio-cyanure de potassium.

Si on chauffe du sélénium avec du cyanure de fer et de potassium, il en résulte des phénomènes analogues à ceux produits par le soufre : la masse se fond, et l'on obtient une substance soluble dans l'eau et dans l'alcool. La dissolution a une faible couleur jaunâtre, et forme par l'évaporation des cristaux qui ressemblent exactement à ceux du sulfo-cyanure de potassium, dont ils ont aussi le goût ; mais ils sont un peu plus solubles dans l'eau, et ils se liquéfient dans un air humide plus vite que ceux du sulfo-cyanure de potassium. Ces cristaux

ne contiennent également ni hydrogène ni eau, et ils se laissent fondre et chauffer à rouge, même dans des vaisseaux fermés, sans se décomposer. Ils se conservent dans l'air sec, et leur dissolution concentrée n'en est point décomposée non plus. Cette combinaison n'a cependant point la même durée que le sulfo-cyanure de potassium; car, tant les acides que les sels formés par les bases moins fortes, la décomposent d'une telle manière que le sélénium se précipite en forme d'une poudre rouge, et le cyanogène est détruit en formant de l'ammoniaque, probablement aussi de l'acide carbonique, et du séléniure de carbone, qui communique au liquide une odeur fort désagréable. Si on mêle du sélénio-cyanure de potassium à une dissolution du deuto-muriate de fer neutre, il se forme un précipité rouge de brique, et l'on peut de cette manière en séparer tout l'oxide de fer. Le précipité est un mélange de sélénium et d'oxide de fer, dont l'acide muriatique extrait ce dernier, en laissant le premier. Si on ajoute à une dissolution de sélénio-cyanure de potassium de l'acide sulfurique étendu, la masse se coagule, et devient rouge de cinabre par le sélénium séparé. Si on distille ce mélange, en ayant soin de mettre un peu d'eau dans le récipient, on obtient, au commencement de la distillation, un liquide aqueux, clair, incolore, d'un goût brûlant, aromatique, amer et désagréable, et d'une odeur presque insupportable; mais le produit de la distillation n'acquiert, dans aucune période de l'opération, la propriété de rougir le tournesol. Il perd son goût et son odeur dans l'air. Ces derniers paraissent donc appartenir à du séléniure de carbone, combinaison qui n'a point encore été produite dans un état iso-

lé. Le liquide qui reste dans la cornue donne de l'ammoniaque, si l'on y ajoute de la potasse caustique.

Il paraît donc que même l'hydrogène est une substance trop faible pour favoriser la combinaison du sélénium avec le cyanogène, et que par conséquent un acide hydro-cyanique sélénié n'existe pas, du moins dans un état isolé. C'est aussi par une raison analogue que le sélénio-cyanure de potassium ne contient point de fer, parce que l'affinité du fer paraît être trop faible pour donner naissancè à une sélénio-cyanure de fer.

Je n'ai point fait d'expériences quantitatives sur le sélénio-cyanure de potassium; mais je suppose que le sélénium imite le soufre, quant au nombre de ses atomes dans les sélénio-cyanures, tout comme il le fait dans toutes les autres combinaisons qui lui sont communes avec le soufre, et que par conséquent le sélénio-cyanure de potassium se laisse représenter par : $K + 2\dot{N}C^2Se^2$.

Le tellure fondu avec le cyanure de fer et de potassium se mêle avec le cyanure d'une manière uniforme. La masse fondue est noire. L'eau en extrait le cyanure non décomposé, et le tellure reste non dissous, en forme d'une poudre métallique d'un gris noirâtre.

Expériences *sur la Production de l'électricité et sur son action chimique.*

Par M. Wollaston (1).

(Traduit de l'anglais par M. Grouvel).

Quoique le pouvoir de la pile voltaïque soit aujourd'hui reconnu proportionnel à la facilité avec laquelle un des métaux est oxidé par le liquide interposé, quelques personnes doutent encore si l'électricité est produite par l'action chimique du liquide sur le métal, ou si, au contraire, l'oxidation n'est pas déterminée par

(1) Cet important Mémoire a déjà près de vingt ans de date; mais ayant eu récemment l'occasion de remarquer qu'il est très-peu connu en France, nous avons pensé devoir le reproduire ici, persuadés qu'il sera agréable aux physiciens d'étudier, dans tous leurs détails, les ingénieuses expériences par lesquelles M. Wollaston a montré l'identité d'action chimique des électricités ordinaire et voltaïque. Qu'il nous soit permis de faire remarquer, comme une nouvelle preuve à l'appui de cette identité, que, suivant les expériences de M. Arago, les deux électricités développent le magnétisme sur des barreaux d'acier, dans des circonstances toutes pareilles. (*Voyez* l'extrait des séances de l'Académie du 6 novembre 1820, tome XV, p. 323, et le *Moniteur* du vendredi 10 novembre 1820.)

l'électricité développée dans le contact de deux métaux inégalement conducteurs.

On peut, je crois, conclure des expériences suivantes, où l'effet galvanique est réduit à sa plus grande simplicité, que l'oxidation du métal est la cause première des phénomènes électriques observés.

1°. Si l'on plonge, dans un vase contenant de l'acide sulfurique ou hydro-chlorique étendu, les extrémités d'une tige de zinc et d'une tige de platine, le zinc décompose l'eau, et se dissout avec grand dégagement d'hydrogène; l'argent, sur lequel l'acide n'agit pas, ne peut opérer la même décomposition; mais aussitôt que l'on met le zinc et l'argent en contact, ou que l'on établit entre eux une communication métallique, le gaz hydrogène se développe également à la surface de l'argent.

L'expérience réussira de même au moyen de tout autre métal qui, comme le zinc, pourra décomposer l'eau avec le secours de l'acide employé, pourvu que cet acide soit sans action sur la seconde tige métallique.

2°. Si l'on plonge l'or avec le fer, le zinc ou le cuivre, dans l'acide nitrique étendu, il se forme du gaz nitreux de la même manière et sous les mêmes circonstances que de l'hydrogène dans la première expérience (1).

---

(1) Le gaz dégagé par le platine, mis en contact avec le zinc ou le fer, n'est pas du gaz nitreux, mais de l'hydrogène, tandis que le fer et le zinc, au même instant, dégagent du gaz nitreux. Il est possible que cette décomposition d'eau soit due à ce que le zinc et le fer, ayant beaucoup d'affinité pour l'oxigène, dégagent dans leur dissolution beaucoup plus d'électricité que le cuivre et l'argent. T.

3°. Des expériences analogues aux précédentes, et également simples, peuvent être faites avec beaucoup de dissolutions métalliques. Si, par exemple, la solution contient du cuivre, il sera précipité par une lame de fer, et paraîtra à sa surface : rien de semblable n'aura lieu avec l'argent, simplement plongé dans la dissolution; mais dès que les deux métaux sont mis en contact, l'argent se couvre d'une couche de cuivre.

Dans l'explication de ces phénomènes, il est nécessaire de faire attention à un fait établi au moyen de la pile.

Nous savons que quand l'eau est placée entre les deux poles d'une pile dans un circuit formé par des conducteurs électriques, si l'énergie de la pile est suffisante pour oxider l'un des fils de communication, le fil placé à l'autre extrémité dégage de l'hydrogène.

Puisqu'ici le dégagement de l'hydrogène dépend évidemment de l'action électrique, il est probable que, dans d'autres circonstances, l'électricité est également nécessaire à sa conversion en gaz. Il paraîtrait donc qu'il se développe de l'électricité pendant la dissolution d'un métal par un acide, et que la formation d'hydrogène, même dans ce cas, dépend du passage de l'électricité entre le liquide et le métal.

Nous voyons de plus, dans la première expérience, que le zinc a le pouvoir de décomposer l'eau sans le contact d'un autre métal, et nous ne pouvons avoir aucune raison de supposer que le contact de l'argent mette

en action une nouvelle puissance : nous croirons plutôt qu'il sert simplement de conducteur, et que par là il opère le dégagement du gaz hydrogène.

De même, dans la troisième expérience, le fer a par lui-même le pouvoir de précipiter le cuivre au moyen, je crois, de l'électricité développée dans sa dissolution; et ici, l'argent, conduisant l'électricité, acquiert aussi le pouvoir de précipiter le cuivre à l'état métallique.

L'explication que je donne reçoit une nouvelle confirmation d'expériences comparatives faites avec l'électricité ordinaire; car on verra que la même translation de pouvoir chimique, la même apparence de renversement dans l'ordre ordinaire des affinités chimiques, par rapport à la précipitation du cuivre à l'aide de l'argent, peuvent être effectuées par une machine électrique ordinaire.

La machine avec laquelle ont été faites les expériences suivantes consiste en un cylindre de 7 pouces (1) de diamètre, ayant de chaque côté un conducteur de 16 pouc. de long sur un diamètre de 3 pouc. $\frac{1}{2}$, armé d'un électromètre sensible pour régler la force de l'étincelle.

4°. Je pris un fil d'argent fin de $\frac{1}{120}$ de pouce de diamètre, et j'en couvris le milieu de cire à cacheter, sur une longueur de 2 ou 3 pouces; puis coupant au milieu de la cire, je mis à nu le fil d'argent. Les deux extré-

---

(1) Mesures anglaises.

mités enduites ainsi séparées, furent plongées dans une solution de sulfate de cuivre, placée dans le circuit électrique, entre les deux conducteurs, et, par leur moyen, on fit passer à travers la solution des étincelles de $\frac{1}{10}$ de pouce de longueur. Après cent révolutions de la machine, le fil qui communiquait avec le conducteur négatif était couvert d'un précipité qui, par le frottement, fut reconnu évidemment pour être du cuivre métallique. Le fil opposé ne présentait rien de semblable.

En changeant la direction du courant électrique, l'ordre du phénomène fut entièrement renversé : le cuivre déjà précipité fut redissous par le pouvoir oxidant de l'électricité positive ; et un précipité semblable fut formé sur le fil opposé.

5°. Une expérience pareille faite avec un fil de $\frac{1}{100}$ de pouce de diamètre, plongé dans une solution de sublimé corrosif, eut le même succès.

Ainsi l'action chimique de l'électricité ordinaire est prouvée identique avec le pouvoir excité par des procédés chimiques : cependant on a observé une différence dans la facilité comparative avec laquelle la pile de Volta et l'électricité ordinaire décomposent l'eau et produisent d'autres effets d'oxidation et de désoxidation.

J'ai éprouvé quelque peine à résoudre cette difficulté ; mais je suis enfin parvenu à produire une imitation exacte des phénomènes galvaniques, au moyen de l'électricité ordinaire.

On a cru nécessaire d'employer des machines puissantes et de grandes bouteilles de Leyde pour opérer la décomposition de l'eau ; mais quand je considérai que la décomposition doit dépendre de la proportion con-

venable à établir entre la force de la charge et la quantité d'eau, et que la quantité d'eau exposée à son action sur la surface de communication dépend de l'étendue de cette surface, j'espérai qu'en la réduisant, on pourrait décomposer l'eau au moyen de machines plus petites, et avec des pouvoirs électriques moins considérables que ceux employés jusqu'à présent. Mon espérance n'a pas été déçue.

6°. M'étant procuré une petite tige d'or, et lui ayant donné une pointe aussi aiguë que possible, je l'insérai dans un tube capillaire, puis après avoir chauffé le tube au point de le faire adhérer à la pointe, et le couvrir de toutes parts, je l'usai graduellement jusqu'à ce que je pusse avec une loupe découvrir à nu l'extrémité de la tige d'or. Le succès de cette méthode surpassant mon attente, je préparai de même plusieurs fils métalliques, et je trouvai que quand des étincelles électriques données par les conducteurs mentionnés ci-dessus passaient à travers l'eau au moyen de fils ainsi enveloppés, une étincelle de $\frac{1}{8}$ de pouce de longueur décomposait l'eau si les pointes n'avaient pas plus de $\frac{1}{700}$ de pouce de diamètre. Avec une autre pointe que j'estimai avoir $\frac{1}{1500}$ de pouce, une série d'étincelles de $\frac{1}{20}$ de pouce fournit un courant de bulles gazeuses.

J'ai trouvé depuis que le même appareil suffit pour décomposer l'eau avec un fil de $\frac{1}{40}$ de pouce enveloppé par la méthode précédente si l'étincelle du premier conducteur traverse l'air à une distance de $\frac{4}{10}$ de pouce.

7°. Pour essayer à quel point la force de l'étincelle électrique peut être réduite par une diminution proportionelle dans le diamètre du fil, je fis passer à travers

un tube capillaire une dissolution d'or dans l'eau régale. Je chassai l'acide par la chaleur, et il resta un très-léger enduit d'or qui couvrait la surface intérieure du verre, et qui, par la fusion du tube, se convertit en un fil extrêmement délié, et renfermé dans la substance du verre.

Quand l'extrémité de ce fil servit de communication à l'électricité à travers l'eau, je trouvai qu'un simple courant électrique occasionait un dégagement continu de petites bulles à l'extrémité de l'or, quoique les fils par lesquels il communiquait avec les conducteurs positifs et négatifs fussent exactement en contact avec lui. On voit donc qu'il est possible de décomposer l'eau par l'électricité ordinaire aussi-bien que par la pile, sans produire aucune étincelle visible.

On peut aussi imiter l'apparence de deux courans de gaz, en faisant passer l'électricité des deux côtés de l'eau à la fois, par le moyen de pointes fines; mais, au fond, la ressemblance n'est pas complète; car, de quelque manière que j'aie tenté l'expérience, j'ai toujours trouvé que chaque fil donnait en même temps de l'oxigène et de l'hydrogène, au lieu de les produire séparément comme dans la pile voltaïque. Je suis porté à attribuer cette différence à la plus grande intensité que l'on est obligé de donner à l'électricité ordinaire; car on peut prouver par d'autres moyens que les électricités positives et négatives, ainsi produites, ont chacune le même pouvoir chimique qu'on leur trouve dans la pile.

Nous avons cité la précipitation du cuivre par l'argent comme un exemple de désoxidation (phlogistication) par l'électricité négative: le pouvoir oxidant de

l'électricité positive a été également prouvé par les effets qu'elle produit sur les couleurs bleues végétales.

8°. Ayant coloré une carte avec une forte infusion de tournesol, je fis passer un courant d'étincelles électriques entre deux pointes d'or très-aiguës, placées à un pouce l'une de l'autre, et qui touchaient la carte.

L'effet, comme dans les autres cas, étant d'autant plus grand que la quantité d'eau est plus petite, fut le plus marqué quand la carte se trouva presque sèche. Dans cet état, un très-petit nombre de tours de la machine suffit pour faire développer près du fil positif une couleur rouge très-visible à l'œil nu. On plaça ensuite le fil négatif près de la même tache, qui reprit bientôt sa première couleur.

Au moyen de l'appareil de Volta, le même effet est produit dans un temps beaucoup plus court.

D'après la similitude d'action qui se trouve ainsi manifestée entre l'électricité développée par les machines ordinaires, et celle que produit la pile, je pense qu'il paraît également probable qu'elles proviennent de la même source. Quant à la dernière, on reconnaît aujourd'hui que son pouvoir dépend de l'oxidation : de même le développement d'électricité dans les premières semble être aussi particulièrement lié à la même cause.

9°. J'ai trouvé qu'en employant un amalgame d'argent ou de platine, qui n'est pas susceptible de s'oxider, on ne peut obtenir d'électricité. Un amalgame d'étain, au contraire, en fournit une grande quantité. Le zinc agit encore mieux ; mais le meilleur amalgame est formé de zinc et d'étain, alliage bien plus oxidable que chacun des métaux isolément.

10°. Pour savoir enfin positivement si l'oxidation contribue au développement d'électricité, je montai un petit cylindre avec ses coussins et ses conducteurs dans un vase tellement disposé que je pouvais à volonté changer l'air qu'il contenait : après avoir essayé son degré d'énergie dans l'air ordinaire, j'y substituai de l'acide carbonique, et je trouvai que tout développement d'électricité était suspendu. Il revint aussitôt que l'on introduisit dans le vase de l'air atmosphérique.

En suivant notre hypothèse, nous trouvons que le métal oxidé est toujours dans le même état électrique; car le coussin de la machine, par l'oxidation de l'amalgame qui lui adhère, devient négatif. De même, le zinc oxidé par le pouvoir accumulé d'une pile, ou simplement par l'action d'un acide, est également négatif.

Cette similitude dans les moyens par lesquels paraissent être développés l'électricité ordinaire et le galvanisme, ajoutée à la parité d'action qu'on leur a assignée plus haut, montre qu'ils sont absolument identiques, et confirme une opinion avancée par d'autres physiciens, que toutes les différences que l'on peut découvrir dans les effets du dernier doivent être dues à ce qu'il est moins intense en action, mais produit en beaucoup plus grande quantité (1).

---

(1) Les expériences du célèbre physicien anglais, d'après lesquelles le développement de l'électricité serait dû uniquement à l'oxidation, ne peuvent être admises : il suffit en effet de rappeler qu'il y a une foule de circonstances dans lesquelles il se développe de l'électricité sans qu'il y ait oxidation. D'ailleurs, on obtient aussi de l'électricité avec des amalgames très-oxidables dans une atmosphère d'acide carbonique, pourvu que ce gaz soit privé de la plus grande partie de son eau hygrométrique. R.

Sur *les Variations annuelles de l'aiguille aimantée, et sur son mouvement actuellement rétrograde.*

La *déclinaison* de l'aiguille aimantée est, comme tout le monde sait, l'angle horizontal que forme sa direction avec celle du méridien du lieu.

Depuis les plus anciennes observations jusqu'à nos jours, cet angle, en Europe, a varié d'année en année et par un mouvement toujours dirigé dans le même sens. A Paris, par exemple, en 1580, l'*extrémité nord* de l'aiguille déviait à l'est de 11°. 30′; en 1664, elle était exactement dans le méridien; depuis lors la déclinaison est devenue occidentale, et a acquis, en 1817, une valeur de 22°. 20′.

Le mouvement qui jusqu'ici a transporté progressivement l'extrémité nord de l'aiguille de l'est à l'ouest, se continuera-t-il toujours dans la même direction? Cette extrémité se dirigera-t-elle un jour au sud? Faut-il, au contraire, supposer que l'aiguille après avoir marché à l'ouest jusqu'à une certaine limite, retournera vers l'est par un mouvement rétrograde?

Le ralentissement qu'on a remarqué il y a déjà quelques années dans le mouvement vers l'ouest, rendait cette dernière supposition très-probable. M. le colonel Beaufoy qui se livre, depuis 1817, aux observations des variations diurnes avec un zèle bien digne d'éloges, annonce que l'aiguille, en Angleterre, était déjà parvenue en mars 1819, à la limite de sa digression occidentale et que maintenant elle marche *vers l'est*. Nous avons pensé que les lecteurs des *Annales* verraient avec plaisir l'en-

semble des observations sur lesquelles cette conclusion repose. Nous donnerons toutefois auparavant, une table que nous empruntons à M. Gilpin et qui mettra en évidence le ralentissement observé à Londres, dans le mouvement vers l'occident.

Noms des Observateurs.	Année de l'observation.	Déclinaison observée.	Changement moyen annuel de déclinaison, entre ces diverses époques.
Burrows.	1580	11°. 15′ est	
Gunter.	1622	6°. 0	7′,5
Gellibrand.	1634	4°. 6	9,6
Bond.	1657	0°. 0	10,6
Gellibrand.	1665	1°. 22 ouest	10,2
Halley.	1672	2°. 30 *id.*	9,7
Halley.	1692	6°. 0	10,5
Graham.	1723	14°. 17	16,0
Graham.	1748	17°. 40	8,1
Heberden.	1773	21°. 9	8,4
Gilpin.	1787	23°. 19	9,3
Gilpin.	1795	23°. 57	4,7
Gilpin.	1802	24°. 6	1,2
Gilpin.	1805	24°. 8	0,7

Passons maintenant aux observations que M. Beaufoy vient de publier.

	Déclinaisons en 1817.	Déclinaisons en 1818.	Différences.
Janvier. matin	....	24°.34′.02″	....
midi	....	39.57	....
soir	....	....	....

		Décl. en 1817.	Décl. en 1818.	Différences.
Février.	matin	....	24°. 34′. 22″	....
	midi	....	40.51	....
	soir	....	.....	....
Mars.	matin	....	24°. 33′. 18″	....
	midi	....	41.37	....
	soir	....	33.47	....
Avril.	matin,	24°. 31′. 52″	24°. 34′. 06″	+ 2′. 14″
	midi,	44.43	44.50	+ 0.07
	soir,	35.58	36.36	+ 0.58
Mai.	matin,	24°. 32′. 20″	24°. 36′- 18″	+ 3′. 58″
	midi,	42.35	45.49	+ 3.14
	soir,	34.45	38.35	+ 3.50
Juin.	matin,	24°. 31′. 09″	24°. 33′. 47″	+ 2′. 38″
	midi,	42.14	45.11	+ 2.57
	soir,	34.45	37.40	+ 2.55
Juillet.	matin,	24°. 31′. 14″	24°. 34′. 24″	+ 3′. 10″
	midi,	42.06	44.59	+ 2.53
	soir,	35.43	38.14	+ 2.31
Août.	matin,	24°. 31′. 16″	24°. 34′. 40″	+ 3′. 24″
	midi,	42.51	45.58	+ 3.07
	soir,	33.45	37.50	+ 4.05
Septemb.	matin,	24°. 33′. 02″	24°. 34′. 29″	+ 1′. 27″
	midi,	41.36	45.22	+ 3.46
	soir,	34.38	37.28	+ 2 50
Octobre.	matin,	24°. 31′. 06″	24°. 35′. 26″	+ 4′. 20″
	midi,	40.46	33.28	+ 2.42
	soir,	.....	.....	....
Novemb.		24°. 31′. 49″	24°. 33′. 24″	+ 1′. 35″
		37.55	41.41	+ 3.36
		.....	.....	....
Décemb.		24°. 34′. 03	24°. 37′. 04″	+ 3′. 01″
		38.02	41.20	+ 3.18
		.....	.....	....

		Décl. en 1819.	Décl. en 1820.	Différences.
Janvier.	matin,	24°.35′.42″	24°.34′.06″	— 1′.36″
	midi,	39.54	37.54	— 2.00
	soir,	.....	.....	....
Février.	matin,	24°.34′.17″	24°.32′.19″	— 1′.58″
	midi,	39.55	38.07	— 1.48
	soir,	.....	.....	....
Mars.	matin,	24°.33′.18″	24°.30′.47″	— 2′.31″
	midi,	41.42	39.33	— 2.09
	soir,	35.17	33.45	— 1.32
Avril.	matin,	24°.32′.36″	24°.30′.38″	— 1′.58″
	midi,	43.09	40.29	— 2.40
	soir,	34.59	31.58	— 3.01
Mai.	matin,	24°.32′.42″	24°.30′.42″	— 2′. 0″
	midi,	41.22	40.08	— 1.14
	soir,	34.10	33.00	— 1.10
Juin.	matin,	24°.31′.28″	24°.29′.50″	— 1′.38″
	midi,	41.41	39.16	— 2.25
	soir,	35.09	33.48	— 1.21
Juillet.	matin,	24°.32′,31″	24°.28′.41″	— 3′.50″
	midi,	42.12	39.00	— 3.12
	soir,	35.37	33.26	— 2.11
Août.	matin,	24°.32′.33″	24°.30′.25″	— 2′.08″
	midi,	42.49	40.00	— 2.49
	soir,	34.24	33.14	— 1.10
Septemb.	matin,	24°.32′.29″	24°.31′.16″	— 1′.13″
	midi,	41.35	40.29	— 1.06
	soir,	33.27	32.59	— 0.28
Octobre.	matin,	24°.33′.27″	24°.31′.00″	— 2′.27″
	midi,	40.08	39.33	— 0.35
	soir,	.....	.....	....
Novemb.	matin,	24°.32′.42″	24°.32′.23″	— 0′.19″
	midi,	38.43	37.38	— 1.05
	soir,	.....	.....	....
Décemb.	matin,	24°.33′.29″	24°.33′.03″	— 0′.26″
	midi,	37.20	36.34	— 0.46
	soir,	.....	.....	....

En soustrayant les déclinaisons de 1819 de celles déterminées aux mêmes heures en 1818, on trouverait aussi une colonne de différences négatives, mais seulement à partir du mois d'avril : dans ce mois, en 1819, serait donc, suivant les observations de M. Beaufoy, l'origine du mouvement rétrograde de l'aiguille aimantée.

Pour voir d'un coup-d'œil à combien s'élèverait maintenant la vitesse moyenne de l'aiguille vers l'est, réunissons ensemble toutes les observations faites aux mêmes heures dans chaque année.

Déclinaisons moyennes en 1818.		
Matin,	24°. 34′. 38″	
Midi,	24 . 43 . 26	Différ. entre 1818 et 1819.
Soir,	24 . 37 . 10	— 1′. 32″
		— 2 . 34
Déclinaisons moyennes en 1819.		— 2 . 27.
Matin,	24°. 33′. 06″	
Midi,	24 . 40 . 52	
Soir,	24 . 34 . 43	Différ. entre 1819 et 1820.
		— 1′. 50″
Déclinaisons moyennes en 1820.		— 1 . 48
Matin,	24°. 31′. 16″	— 1 . 33.
Midi,	24 . 39 . 04	
Soir,	24 . 33 . 10.	

Le mouvement rétrograde moyen est donc égal à — 1′. 57″

Le mouvement total *vers l'est*, entre 1818 et 1820, se trouve être d'après cette table :

Par la comparaison des observations du matin. 3′. 22″
Par celle des observations de midi.......... 4 . 22
Et enfin, d'après les observations du soir.... 4 . 0.

Ces quantités étant supérieures aux erreurs des observations, indiquent le mouvement rétrograde de l'aiguille avec une grande probabilité : il est bon, toutefois, de remarquer qu'entre les années 1790 et 1791, un mouvement semblable de 3′ vers l'est avait déjà eu lieu à Londres, et que néanmoins, en 1792, la marche vers l'ouest avait recommencé et s'est continuée depuis dans le même sens.

M. Beaufoy a déduit de ses observations les valeurs suivantes des variations diurnes dans les divers mois de l'année. Je remarquerai ici, une fois pour toutes, que les observations du matin sont faites généralement à $8^{h.}\ 40'$; celles du milieu du jour à $1^{h.}\ 20'$, et les observations du soir à $7^{h.}\ 50'$; les variations du matin représentent donc le mouvement de l'aiguille entre $8^{h.}\ 40'$ et $1^{h.}\ 20'$; celles du soir, le mouvement contraire qui a lieu entre $1^{h.}\ 40'$ et $7^{h.}\ 50'$ du soir.

		1817.	1818.	1819.	1820.	Moyenn.
Janvier.	matin......		5′.55″	4′.12″	3′.48″	4′.28″
	soir........		....	....	....	....
Févr.	matin......		6′.29″	5′.38″	5′.48″	5′.59″
	soir........		....	....	....	....
Mars.	matin......		8′.19″	8′.24″	8′.46″	8′.30″
	soir........		7.50	6.25	5.48	6.41
Avril.	matin,	12′.51″	10′.44″	10′.33″	9′.31″	11′.00″
	soir,	8.45	8.14	8.10	8.31	8.25
Mai.	matin,	10′.15″	9′.31″	8′.40″	9′.26″	9′.28″
	soir,	7.50	7.14	7.12	7.08	7.21

		1817.	1818.	1819.	1820.	Moyenn.
Juin.	matin,	11′.05″	11′.24″	10′.13″	9′.26″	10′.32″
	soir,	7.29	7.31	6.32	5.28	6.45
Juillet.	matin,	10′.52″	10′.35″	9′.41″	10′.19″	10′.22″
	soir,	6.23	6.45	6.35	5.34	6.19
Août.	matin,	11′.35″	11′.18″	10′.16″	9′.35″	10′.41″
	soir,	9.06	8.08	8.25	6.46	8.06
Sept.	matin,	8′.34″	10′.53″	9′.06″	9′.13″	9′.27″
	soir,	6.58	7.54	8.06	7.30	7.37
Octob.	matin,	9′.40″	7′.52″	6′.41″	8′.33″	8′.11″
	soir,	.....	....	....	....	....
Nov.	matin,	6′.06″	8′.17	6′.10″	5′.15″	6′.25″
	soir,	.....	....	....	....	....
Décem.	matin,	3′.59″	4′.16″	3′.51″	3′.31″	3′.54″
	soir,	.....	....	....	....	....

Les observations du soir manquent dans les mois de janvier, février, novembre et décembre, le jour étant alors trop faible pour qu'on puisse distinguer les mires.

L'aiguille magnétique, outre le mouvement général qui la transporte graduellement, d'année en année, vers l'est ou vers l'ouest; outre les variations diurnes dont nous venons de parler, est assujettie à des oscillations annuelles, découvertes par M. Cassini, et qui paraissent liées aux positions du soleil relativement aux équinoxes et aux solstices.

D'après ce savant, dans l'intervalle du mois de janvier au mois d'avril, l'aiguille aimantée *s'éloigne du pole nord*, en sorte que la déclinaison occidentale *augmente.*

A partir du mois d'avril, et jusqu'au commencement de juillet, c'est-à-dire, durant tout le temps qui s'écoule entre l'équinoxe de printemps et le solstice d'été, *la déclinaison diminue,* ou, en d'autres termes, l'extrémité nord de l'aiguille se *rapproche du pole.*

Après le solstice d'été et jusqu'à l'équinoxe du printemps suivant, l'aiguille reprend son chemin vers l'ouest, de manière qu'en octobre elle se retrouve à fort peu près dans la même direction qu'en mai : entre octobre et mars, le mouvement occidental est plus petit que dans les trois mois précédens.

On voit, en résumé, que, *durant les trois mois* compris entre l'équinoxe de printemps et le solstice d'été, *l'aiguille rétrograde vers l'est,* et que, dans les *neuf* mois suivans, sa marche générale, au contraire, est *dirigée vers l'ouest.*

Les variations diurnes de l'aiguille étant très-sensibles, un grand nombre de déclinaisons différentes pouvant être observées toutes les vingt-quatre heures, on se demandera sans doute quelles sont parmi ces diverses déclinaisons journalières, celles qu'on adopte pour établir les lois précédentes; je répondrai que ces lois se vérifient également, soit qu'on se borne, dans la discussion, aux seules déclinaisons *maximum* ou aux seules déclinaisons *minimum.* Toutefois, pour rendre les évaluations de M. Cassini *numériquement* comparables à celles que je rapporterai plus tard, j'ai déduit de ses résultats les valeurs des *déclinaisons moyennes,* et c'est d'après ces seules déclinaisons que j'ai formé le tableau suivant.

J'avertirai que j'appelle ici, comme je l'ai déjà fait dans tout ce qui précède, déclinaison moyenne de l'aiguille pour un jour donné, la demi-somme des deux déclinaisons *maximum* et *minimum* observées ce jour-là, sans examiner, pour le moment, si cette demi-somme représente véritablement *la moyenne* dans l'acception mathématique de cette expression. La déclinaison moyenne correspondante à un mois, s'obtient en additionnant les moyennes de tous les jours du mois, et en divisant la somme par le nombre de ces jours.

Tableau des déclinaisons moyennes à Paris.

	1784.	1785.	1786.	1787.	1788.	Moyennes des 5 années.
Janv.	— 4′.29″	+18′.19″	27′. 5″	33′. 9″	39′.31″	22′.43″
Fév.	— 4.53	+20. 2	27.36	37.42	41.25	24.22
Mars.	+ 2.53	+19.44	28.36	48.59	40.46	28.12
Avril	+ 3.39	+19.12	30.47	49.58	53.21	31.23
Mai.	+ 2.39	+17.31	27.51	46.47	49.58	28.57
Juin.	— 2.59	+14.26	17.43	40. 4	46.46	23.12
Juill.	— 2.31	+14.26	20.56	35.26	46.17	22.55
Août	— 0.58	+15.39	20.39	37.50	45.19	23.42
Sept.	+ 3.13	+18. 9	24.57	42.33	46.17	26. 2
Oct.	+ 9.58	+21.11	30.54	47.42	52. 6	32.22
Nov.	+12.18	+26.32	26.52	35.18	54.42	31. 8
Déc.	+13.54	+27.13	32.30	39.12	52. 1	32.58

Les nombres négatifs que la colonne de 1784 renferme, montrent que, dans cette année, l'index de l'aiguille était à droite du zéro de la division. On n'a pas marqué les degrés qui, ici, étaient inutiles.

Réunissons maintenant, de la même manière, les observations faites à Londres par M. Gilpin, dans les environs des équinoxes et des solstices.

Tableau des déclinaisons moyennes à Londres.

Années.	Mars.	Juillet.	Septembre.	Décembre.
1793	23°.48′,8	48′,5	52′,6	52′,3
1795	23.57,5	57,1	60,4	59,4
1796	23.61,1	58,7	60,1	61,3
1797	24. 1,5	0,2	1,4	1,3
1798	24. 0,6	0,0	1,4	1,4
1799	24. 1,1	0,6	2,9	2,3
1800	24. 3,6	1,8	3,6	3,3
1801	24. 5,2	2,8	3,8	5,4
1802	24. 6,9	5,3	8,7	6,8
1803	24. 8,0	7,0	10,5	10,7
1804	24. 9,4	6,0	8,9	9,0
1805	24. 8,7	7,8	10,0	9,4
Moyennes	24°. 2′,7	1′,3	3′,7	3′6

Les observations précédentes nous donnent donc, comme celles de Paris, un *maximum* de déclinaison vers l'équinoxe de printemps et un *minimum* au solstice d'été; mais ici l'amplitude de l'oscillation est beaucoup moindre. Cet affaiblissement ne me semble pas pouvoir être expliqué par les imperfections de la suspension à chape qu'employait M. Gilpin, puisque ces mêmes observations donnent, dans les différentes saisons, des variations diurnes aussi grandes que celles d'une aiguille supportée par un fil de soie écrue (1). Sans avoir la prétention d'indiquer ici la cause d'une si singulière

(1) Voici les valeurs moyennes de ces variations diurnes, à Londres, d'après M. Gilpin, dans l'intervalle compris entre 1793 et 1805 :

En mars, 8′,5 ;
En juin, 11,2 ;
En juillet, 10,6 ;
En septembre, 8,7 ;
En décembre, 3,7.

variation, j'espère qu'on me permettra quelques rapprochemens qui peut-être ne sont pas sans intérêt.

L'époque de 1786, dans laquelle observait M. Cassini, et celle de 1800 correspondante aux mesures de M. Gilpin, ne me paraissent différer essentiellement l'une de l'autre, sous le rapport du magnétisme, qu'en un seul point : en 1786, le changement annuel de déclinaison moyenne était de 9′; ce changement, en 1800, s'élevait à peine à 1′ : or, n'est-il pas digne de remarque que le mouvement rétrograde qu'éprouve l'aiguille entre l'équinoxe de printemps et le solstice d'été, se soit affaibli en même temps que le mouvement général et annuel vers l'ouest. Si ces deux phénomènes ont une liaison réelle, l'oscillation rétrograde du printemps ne doit plus subsister maintenant, puisque nous avons vu que la déclinaison occidentale a atteint son *maximum* et que même elle commence à diminuer : or, je trouve dans les observations du colonel Beaufoy, en les groupant comme je l'ai fait dans le tableau suivant, la confirmation de ma conjecture.

Tableau des Déclinaisons moyennes déduites des observations de M. Beaufoy, *et correspondantes aux divers mois des années* 1817, 1818, 1819 *et* 1820.

	1817.	1818.	1819.	1820.	Moy. des 3 dernières années.
Janv.	24°......	36′.59″	37′.48″	36′.00″	24°.36′.36″
Févr.	24°......	37.37	37.06	35.13	36.39
Mars	24°......	37.27	37.30	35.10	36.42
Avril	24°.38′.47″	39.28	37.52	35.33	37.38
Mai	24.37.28	41.04	37.02	35.25	37.51
Juin.	24.36.42	39.29	36.35	34.33	36.52
Juill.	24.36.40	39.37	37.22	33.51	36.57
Août	24.37. 4	40.19	37.41	35.13	37.44
Sept.	24.37.18	39.25	37.02	35.53	37.27
Oct.	24.35.53	34.27	38.47	35.17	36.10
Nov.	24.34.52	37.33	35.43	35.01	36. 6
Déc.	24.36.03	39.12	35.25	34.49	36.29

On voit qu'ici l'oscillation périodique découverte par M. Cassini et confirmée par M. Gilpin n'a plus lieu. Cette oscillation, après avoir cessé d'exister, ne se manifestera-t-elle pas en sens contraire ou à d'autres époques de l'année, lorsque le mouvement de l'aiguille *vers l'est* sera devenu un peu plus rapide? Des observations ultérieures serviront à résoudre cette question; en attendant, je transcrirai ici un tableau que je trouve dans les *Mémoirs of the american Academy*, et qui contient les déclinaisons moyennes déterminées à Salem (Etats-Unis d'Amérique), en 1810, par M. Bowditch. Le lecteur remarquera qu'à Salem la déclinaison est occidentale, et que depuis un grand nombre d'années *elle diminue graduellement* d'environ 2′ par an.

Déclinaisons moyennes.

Avril 1810,	6°. 21′. 21″ ouest.
Mai,	23.36
Juin,	25.42
Juillet,	28.51
Août,	29.44
Septembre,	25.21
Octobre,	21.42
Novembre,	19.11
Décembre,	12.35
Janvier 1811,	20.55
Février,	21.19
Mars,	20.29
Avril,	23.39
Mai,	21.38

Ces résultats n'offrent plus aucune trace de la période de M. Cassini : car la déclinaison, loin de diminuer entre l'équinoxe de printemps et le solstice d'été, s'est graduellement accrue depuis avril jusqu'au mois d'août. Par compensation, on remarque une diminution fort sensible de cet angle entre septembre et décembre. Ne pourrait-on pas conclure de là que la période en question subsiste encore, mais qu'elle s'est transportée du printemps en automne ? Si cette conjecture, dont je sens, au reste, moi-même toute l'insuffisance, vu le petit nombre d'observations de M. Bowditch, se confirme par la suite, les oscillations annuelles seront réglées par ces principes très-simples :

Quand l'aiguille, la déclinaison étant occidentale, s'éloigne annuellement du méridien, elle éprouve, au printemps, un mouvement rétrograde qui la rapproche de ce plan. (C'est ce que M. Cassini avait découvert.)

Cette oscillation rétrograde est d'autant plus étendue que le changement annuel de déclinaison est plus grand. (Ceci résulte de la comparaison des observations de M. Cassini avec celles de M. Gilpin.)

L'oscillation disparaît, et tous les mois donnent à-peu-près la même déclinaison moyenne, quand l'aiguille étant parvenue à la limite de sa digression occidentale, le changement annuel de déclinaison est nul. (*Voyez* l'analyse que nous avons donnée des observations de M. Beaufoy.)

Enfin, lorsque la déclinaison occidentale diminue d'année en année, on n'observe plus d'oscillation remar-

quable de l'aiguille vers l'est, qu'entre les mois de septembre et de décembre. (Observations de M. Bowditch.)

Le Bureau des Longitudes a fait établir à l'Observatoire royal de Paris, une boussole consacrée exclusivement aux variations diurnes de la déclinaison; les observations ont commencé en janvier 1819. Dans le courant de cette année, le barreau d'acier qui était suspendu à plat éprouva, *sans aucune cause apparente*, un changement subit de direction; les variations diurnes se trouvèrent en même temps réduites presque au dixième de leur valeur primitive, tandis que l'intensité magnétique s'était considérablement accrue. Lorsque j'eus reconnu que ce nouvel état de choses ne changeait point, je fis démonter l'instrument, et après avoir modifié quelques-unes de ses pièces, je suspendis encore le barreau à un fil sans torsion, mais de manière que sa face la plus large, au lieu d'être horizontale comme la première fois, se trouve maintenant verticale. Ces changemens ne permirent de commencer une nouvelle série d'observations qu'en février 1821; depuis elles n'ont plus été interrompues et marchent avec une grande régularité. En attendant que nous mettions sous les yeux des lecteurs des *Annales* l'ensemble des résultats fournis par nos observations, nous avons pensé qu'il leur serait agréable d'apprendre qu'elles indiquent aussi le mouvement rétrograde de l'aiguille vers l'est.

Je trouve en effet que la *déclinaison moyenne* du mois de février 1821 est *plus petite* de 2'. 15" que la déclinaison moyenne du mois de février 1820.

A MM. Gay-Lussac *et* Arago, *Rédacteurs des* Annales de Chimie et de Physique, etc.

« Messieurs,

» Je vous prie d'avoir la bonté de faire insérer la note ci-jointe, dans un des prochains Cahiers des *Annales de Chimie et de Physique.* Si cette réclamation n'était que dans mon intérêt, je garderais le silence, et je laisserais le public juge entre M. de Guimbernat et moi; mais vous penserez peut-être que l'historique des arts et métiers n'est pas une chose indifférente dans leur description, et que la justice rendue à tout homme qui a eu une idée utile peut faire naître chez d'autres hommes des idées également avantageuses au bien-être de la société : c'est cette conviction qui me décide à vous prier de publier ce qui suit :

» Au mois de mars 1815, M. le maréchal-de-camp baron Saint-Cyr-Nuguez fit imprimer, dans le *Journal de Médecine militaire,* tome Ier, page 141, un article ayant pour titre : *Notice sur un nouveau procédé employé pour extraire la gélatine des os.* Dans cette Notice, M. le baron Saint-Cyr-Nuguez réclama, en faveur de M. de Guimbernat, l'honneur d'avoir le premier pensé à employer à la nourriture de l'homme la gélatine extraite des os au moyen des acides; j'eus, quelque temps après, connaissance de cet écrit; j'adressai alors mes réclamations à M. le docteur Fournier, rédacteur du *Journal de Médecine militaire,* et je lui envoyai les

pièces justificatives nécessaires pour le mettre en état de décider la question.

» M. Fournier reconnut mes droits, et fit peu après insérer dans son Journal, tome V, page 331, un article en réponse à celui de M. le baron Saint-Cyr-Nuguez. Dans cette réponse, M. le docteur Fournier fit observer que, par des dates légales, je pouvais prouver avoir eu le premier l'idée dont il s'agit, et l'avoir mise le premier en pratique en grand. Les choses en restèrent là; MM. le baron Saint-Cyr-Nuguez et de Guimbernat ne firent point d'objections, au moins il n'en parvint point à ma connaissance.

» En parcourant, ces jours-ci, des journaux scientifiques anglais, je trouvai, dans le Cahier XCVI, décembre 1820, page 466, du *Journal de Thomson*, une réclamation de M. John Murray en faveur de M. de Guimbernat; cette nouvelle attaque m'a décidé à mettre sous les yeux des hommes qui s'intéressent à ce qui concerne les arts et métiers, les pièces authentiques qui peuvent seules terminer la discussion dont il s'agit.

» M. le baron Saint-Cyr-Nuguez dit, au commencement de sa Notice : *Le nouveau procédé chimique employé pour extraire la gélatine des os, dont on s'occupe à Paris depuis quelques mois, est connu à Strasbourg depuis une année.* C'était à la date du 10 février 1815 que M. le baron Saint-Cyr-Nuguez écrivait ceci, et il ignorait par conséquent que le brevet qui m'a été accordé gratuitement, à titre de récompense, par le Gouvernement, avait pour date légale celle du 16 décembre 1813. J'ajouterai qu'avant de déposer à l'Hôtel-de-Ville

la description d'un art nouveau, et qui a été décrit dans le brevet de telle manière que jusqu'ici il n'y a été ajouté aucun perfectionnement remarquable, il a fallu créer les procédés de cet art, ce qui a dû demander un temps assez long; et en effet, j'ai commencé à travailler sur l'extraction de la gélatine des os au moyen des acides, à la fin de 1810. J'ai continué à organiser les procédés de ce nouvel art en 1811; j'ai terminé mon travail vers la fin de 1812, et ce fut en revenant d'un voyage que je fis à Genève aux vacances de 1813, que je montai une fabrique pour y mettre à exécution, en grand, le nouvel art dont il est question.

» M. le baron Saint-Cyr-Nuguez dit que ce fut dans le mois de janvier 1814, que M. de Guimbernat *confirma sa théorie par le succès le plus complet;* mais à cette époque, la fabrication de la gélatine était organisée en grand à Paris, et le brevet, comme je l'ai dit, porte pour date légale celle du 16 décembre 1813. J'opposerai encore cette date légale à celle du 2 février 1814 que porte une lettre de remercîmens adressée à M. de Guimbernat par M. le comte Rœderer, et à celle du siége de Strasbourg, dont le blocus a commencé du 4 au 7 janvier, et s'est terminé le 4 mai 1814.

» Il est évident, en comparant ces dates, que la première publicité donnée à l'idée dont il s'agit m'appartient, et on pourrait même croire que M. de Guimbernat a reçu, à Strasbourg, vers le commencement de janvier 1814, le détail ou seulement l'annonce d'un procédé dont j'avais parlé en 1811, 1812 et 1813, à beaucoup de personnes, et que je venais de communiquer, avec date légale du 16 décembre 1813, au Comité con-

sultatif établi près Son Excellence le Ministre de l'Intérieur : je puis faire cette supposition, sans manquer aux égards que l'on se doit entre hommes ; car je n'ai point vu de réclamation signée par M. de Guimbernat, mais seulement par MM. le baron Saint-Cyr-Nuguez et John Murray, qui pourraient très-bien avoir agi sans le consentement de M. de Guimbernat, et sans connaître toutes les circonstances rapportées plus haut.

» Je vous envoie ci-joint, Messieurs, à l'appui de ma réclamation :

» 1°. La liste des brevets d'invention qui prouve que la date légale de mon brevet est bien celle du 16 décembre 1813.

2°. Un certificat légalisé, donné par M. Jacquemart, fabricant de papiers peints, dans lequel il est établi que j'ai communiqué à ce fabricant les procédés relatifs à l'extraction de la gélatine des os, au moyen de l'acide muriatique, au commencement de l'année 1813 ; que ces procédés ont été mis de suite à exécution dans sa fabrique, et qu'il y a obtenu, dès les premiers mois de 1813, tous les résultats qui ont été depuis annoncés lors de la publication des mêmes procédés.

» 3°. Une lettre de M. Robert, qui prouve que c'est au mois de novembre 1813, que je lui ai proposé d'appliquer en grand, dans sa fabrique, les procédés dont il est question, et qui le furent en effet chez lui, vers la fin de ce même mois, comme ses livres de fabrication pourraient le témoigner.

» Vous m'excuserez sans doute, Messieurs, de vous adresser une note aussi longue. En ayant égard aux mo-

tifs que j'ai eu l'honneur de vous présenter en commençant, vous croirez, d'ailleurs, peut-être convenable de repousser fortement les prétentions injustes que M. John Murray met en avant dans l'article que j'ai cité, et dans lequel, au lieu de me nommer et de m'attaquer personnellement, il débute par dire : *Vous savez que les Français prétendent*, etc. Je termine, Messieurs, en vous faisant observer que l'art nouveau dont il est question devient tous les jours de plus en plus important, que les résultats obtenus promettent de grandes améliorations dans la nourriture des marins, des pauvres et des grandes réunions d'hommes, et que si l'industrie française a eu la peine de créer cet art, et d'en mettre les procédés en pratique, il est juste de lui conserver l'honneur attaché à ce succès.

» Je vous prie, Messieurs, de vouloir bien agréer l'expression de mes sentimens dévoués.

» D'ARCET. »

Ce 25 février 1821.

EXPÉRIENCES *sur l'Action du gaz acide fluo-borique sur l'alcool.*

APRÈS avoir recherché, dans les traités les plus récens de chimie, quelle était la réaction de l'acide fluo-borique sur l'alcool, n'ayant trouvé sur ce sujet qu'une seule note dans la *Chimie* de Thomson, où il est dit que l'on peut, avec l'acide fluo-borique, obtenir une espèce d'éther, sans indiquer à quelle classe il doit appartenir, je

me suis déterminé à examiner quelle pouvait être sa nature (1).

Le procédé qui m'a semblé le plus exact pour obtenir cet éther a été de faire passer l'acide gazeux dans l'alcool. J'ai mis dans une fiole 32 gram. d'acide borique vitrifié, et 64 gram. de fluate de chaux avec une suffisante quantité d'acide sulfurique, et j'ai reçu le gaz que ce mélange a dû fournir dans 64 gram. d'alcool rectifié à 38°, contenus dans une éprouvette entourée de linges mouillés. L'alcool acquit, par cette combinaison, une saveur extrêmement acide, et devint même susceptible de répandre des vapeurs épaisses dans l'atmosphère : je l'introduisis dans une fiole à laquelle j'ajustai deux petits flacons qui plongeaient dans l'eau froide, et je distillai. Le produit qui s'était entièrement condensé dans le premier flacon, avait une odeur éthérée; mais il avait entraîné une grande quantité d'acide dont je le débarrassai en le distillant, après l'avoir saturé par la potasse caustique. Je le rectifiai ensuite sur le chlorure de calcium.

L'éther fluo-borique, ainsi obtenu, avait une odeur entièrement analogue à celle de l'éther sulfurique. Comme ce dernier, lorsqu'on l'enflammait et qu'on exposait un vase de porcelaine au-dessus de sa flamme, il se formait un léger dépôt charbonneux; l'on n'apercevait aucune vapeur acide. Sa pesanteur spécifique, qui était 0,75, s'est trouvée plus considérable que celle de l'éther absolu, parce que je ne

---

(1) MM. Thenard et Gay-Lussac ont les premiers annoncé l'existence d'un éther formé par l'action de l'acide fluo-borique sur l'alcool, dans leurs *Recherches physico-chimiques*. II. 39. R.

l'avais pas débarrassé, par le lavage à l'eau, de l'alcool qu'il retenait. Décomposé, en le faisant passer à travers un tube de verre chauffé au rouge, il a fourni beaucoup d'hydrogène carboné; mais l'eau à travers laquelle le gaz avait été reçu n'était nullement acide, et ne troublait ni l'eau de chaux ni l'acétate de plomb.

Il me semble résulter de ces essais, que l'éther que j'ai obtenu ne retenait aucune trace de l'acide employé à sa préparation, et qu'on doit le ranger dans la première classe des produits de ce genre, à côté de ceux que fournissent les acides sulfurique, phosphorique et arsénique.

Pour reconnaître ensuite les phénomènes qui se passaient pendant cette éthérification, je saturai de l'alcool à 42° de gaz acide fluo-borique : au bout de quelque temps, l'alcool s'était troublé, et laissait apercevoir quelques traces d'une poudre noirâtre qui, déposée, avait l'apparence du charbon. Je le distillai dans un appareil disposé de manière à pouvoir recueillir le gaz qui devait s'échapper. Pendant tout le temps que l'éther a passé, il ne s'est rien dégagé; ce n'est que vers la fin de l'opération que j'ai retiré quelques bulles d'un gaz qui, bien lavé, avait la propriété de troubler l'eau de chaux et de s'enflammer : c'était donc un mélange d'hydrogène carboné et d'acide carbonique. Quoique j'aie poussé l'évaporation très-loin, il ne m'a pas été possible d'obtenir d'huile douce du vin.

Craignant que les gaz que j'avais retirés ne provinssent de la réaction d'un peu d'acide sulfurique, qui aurait pu être entraîné pendant la préparation du gaz acide fluoborique, j'essayai, par l'hydro-chlorate de baryte, le ré-

sidu de la distillation de l'alcool acide ; il n'y eut point de précipité, même après plusieurs jours de contact et d'exposition à l'air ; d'où je conclus que les gaz furent produits par l'action de l'acide fluo-borique sur les élémens de l'alcool.

Désireux de savoir s'il ne se formerait pas, pendant cette éthérification, un acide fluo-borique qui eût de l'analogie avec les acides sulfo-vineux et phospho-vineux, je saturai le résidu d'une distillation, tantôt avec le carbonate de chaux, tantôt avec le carbonate de plomb. Quoique j'aie employé toutes les précautions que l'on avait prises pour se procurer l'acide sulfo-vineux, je n'ai pu remarquer d'autre différence entre les fluo-borates ainsi obtenus, et ceux que je me procurai par la saturation directe de l'acide fluo-borique par les mêmes bases, qu'en ce que les premiers avaient retenu quelques traces de matière végétale.

Je n'ai pu conclure de ces expériences qu'une seule chose, c'est que les fluo-borates neutres de chaux et de plomb sont légèrement solubles, et que lorsqu'on fait bouillir leur dissolution quelque temps, ils se transforment en sous-fluo-borates insolubles et en fluo-borates acides solubles.

Je dois aussi faire mention d'une propriété nouvelle que le hasard m'a fait découvrir dans l'acide borique. Voulant essayer si le fluo-borate de chaux que j'avais obtenu était acide ou alcalin, je trempai dans sa dissolution un papier de curcuma qui devint rouge au bout de quelque temps. La saveur de la liqueur m'ayant paru néanmoins acide, j'y plongeai un papier de tournesol ; il fut sur-le-champ rougi ; de sorte que des papiers de l'une

et de l'autre couleur, mis ensemble dans ce liquide, prirent une nuance rouge très-intense.

Très-étonné de trouver un sel qui jouissait de deux propriétés aussi incompatibles, j'essayai de ramener mes papiers à leur couleur primitive, et je vis que le curcuma, qui avait été rougi par le fluo-borate acide, conservait sa teinte avec les acides, et que les alcalis lui donnaient une couleur bleue qui redevenait rouge par les acides. Je fis plusieurs tentatives pour savoir quel était le corps qui produisait cette altération, et je reconnus enfin que l'acide borique, qui, bien pur, est sans action sur le papier de curcuma, acquiert, par son mélange avec les acides minéraux, la propriété de convertir sa couleur jaune en une teinte orange, qui passe au rouge vif par un grand excès d'acide, et devient bleue par les alcalis. Cet effet est même si tranché, qu'il suffit d'ajouter quelques gouttes d'une dissolution d'acide borique pur à 20 gramm. d'eau aiguisée d'un acide minéral, pour faire prendre, après quelques instans de contact, au papier de curcuma ces nouvelles nuances.

M. Sementini, professeur de chimie à Naples, et M. Trommsdorf avaient déjà remarqué que les acides phosphorique, sulfurique, nitrique et hydro-chlorique pouvaient agir sur le curcuma, à la manière, à-peu-près, des alcalis; mais l'action que ces acides exercent sur la couleur de cette racine est différente de celle de l'acide borique, en ce qu'ils ne peuvent la changer qu'autant qu'ils sont concentrés; au lieu que l'acide borique peut l'altérer, quoique très-étendu d'eau, pourvu qu'on lui ajoute quelques gouttes d'un acide minéral. En outre, le papier bruni ou rougi par les premiers acides redevient

jaune par le lavage, et conserve sa faculté primitive de rougir par les alcalis; tandis qu'une fois qu'il a été en contact avec l'acide borique mêlé à un autre acide, la couleur a éprouvé une telle altération, qu'elle prend des propriétés qui la rapprochent du tournesol. Peut-être pourrait-on, dans certaines analyses, se servir de ce changement pour reconnaître de très-petites quantités d'acide borique?

Il suit de ce qui vient d'être dit, 1°. que l'on peut, avec l'acide fluo-borique, obtenir un éther analogue à l'éther sulfurique;

2°. Que cette éthérification a probablement lieu en raison de l'affinité de l'acide fluo-borique pour l'eau; qu'elle ne donne pas naissance à l'huile douce du vin, et que l'acide ne semble pas altéré dans sa nature;

3°. Que la couleur du curcuma prend, par le contact de l'acide borique mêlé aux acides, des propriétés tout-à-fait nouvelles.

Sur *l'Evaporation spontanée du mercure.*

Par M. Faraday.

On admet, depuis longues années, qu'il y a habituellement une atmosphère de mercure d'une très-faible tension, dans les extrémités supérieures des tubes des baromètres et des thermomètres : l'expérience suivante montre que cette atmosphère existe, alors même que ces tubes ne sont pas vides d'air.

J'ai versé, à l'aide d'un entonnoir, une petite quantité de mercure, dans une bouteille de verre séchée et nettoyée

avec soin, et assez grande pour contenir 6 onces de ce liquide. Celui qui avait été versé formait dans le fond une couche de $\frac{1}{8}$ de pouce d'épaisseur; l'opération s'était faite avec assez de précaution, pour qu'on puisse assurer qu'aucune molécule de mercure n'adhérait intérieurement aux parois de la bouteille près du gouleau. J'adaptai à la face inférieure du bouchon de la bouteille une feuille d'or battu; lorsque le bouchon fut placé, cette feuille se trouva ainsi renfermée dans la bouteille; le tout, ayant été transporté dans un lieu froid et obscur, y resta en repos pendant six semaines consécutives; après ce laps de temps, les parois de la bouteille paraissaient dans l'état primitif, sans aucun dépôt; mais la feuille était blanchie par une certaine quantité de mercure.

L'expérience a été répétée plusieurs fois, et toujours avec le même succès; on devine que, dans tous les cas, j'ai apporté le plus grand soin à empêcher que le mercure n'atteignît la feuille d'or autrement que par l'intermédiaire de l'atmosphère renfermée dans la bouteille; elle prouve conséquemment qu'à d'assez basses températures, le mercure se vaporise, même quand il est soumis à la pression ordinaire de l'atmosphère. (*Journal of Royal. Institution.*)

NOUVELLES OBSERVATIONS *sur la Température de la terre à différentes profondeurs.*

DANS l'article que nous avons publié, tome XV, page 183 et suiv., sur la température de la terre, nous avons rapporté un grand nombre d'observations faites en

Angleterre, à la recommandation de Mr R. W. Fox. Une lettre manuscrite de ce savant qui vient de nous être communiquée, renferme des déterminations nouvelles, et quelques remarques dont nous nous empressons de faire part aux lecteurs des *Annales*.

Les observations ont été faites dans dix mines différentes, savoir : *Dolcoath*, *United-Mines*, *Treskerby*, *Whealsquire*, *Ting-Tang*, *Wheal-Gorland* et *Wheal-Damsel* (mines de cuivre), *Chase-Water* (mine d'étain et de cuivre), *Wheal-Unity* (dans la partie qui donne de l'étain) et *Wheal-Vor* (mine d'étain.)

Voici les températures observées : les nombres inscrits dans la table sont les moyennes des résultats partiels obtenus pour chaque profondeur, dans les *dix* mines que nous venons de citer :

A 10 fathoms de profondeur. Tempér. centig.	= + 10°,1 ;
de 20 à 30 fathoms........................	= + 16°,1 ;
30 à 40..............................	= + 15,3 ;
50 à 60..............................	= + 16,7 ;
60 à 70..............................	= + 17,7 ;
70 à 80..............................	= + 18,8 ;
80 à 90..............................	= + 20,2 ;
90 à 100..............................	= + 21,0 ;
100 à 110..............................	= + 20,3 ;
110 à 120..............................	= + 21,1 ;
120 à 130..............................	= + 20,9 ;
130 à 140..............................	= + 22,3 ;
150 à 160..............................	= + 23,9 ;
190 à 200..............................	= + 24,4 ;
à 230..............................	= + 25,8 ;
à 240..............................	= + 27,8.

(Le fathom anglais = 6 pieds anglais = 5,63 pieds français = 0,94 de toise = $1^{mètr.}$,83 environ).

Je vais extraire maintenant de la lettre de M. Fox quelques détails relatifs aux circonstances dans lesquelles ces observations ont été faites.

« Dans un grand nombre de cas, le thermomètre fut » enterré dans le roc jusqu'à la profondeur de 6 ou » de 8 pouces; quelquefois on se contenta de prendre la » température de l'air ou celle de l'eau : le plus souvent » les deux méthodes donnaient des résultats peu dif- » férens.

» Le thermomètre, enfoncé dans les veines métal- » liques, indiquait généralement une température de » 1° à 2°,8 centigrades, supérieure à celle qu'on obte- » nait quand le thermomètre était plongé dans le trou » d'une roche, et particulièrement dans le granite.

» Les veines d'étain sont ordinairement un peu plus » froides que les veines de cuivre.

» Dans le fond de la mine de *Dolcoath*, à 240 fathoms » de profondeur, il sort de la veine un jet d'eau fort » abondant dont la température *constante* est de » + 27°,8 centigrades. Quelle preuve plus évidente » pourrait-on donner de la grande chaleur des couches » intérieures du globe?

» Les pompes d'épuisement des *United-Mines* furent » naguères totalement dérangées par un accident; deux » galeries, l'une à 200 et l'autre à 190 fathoms de pro- » fondeur, se trouvèrent, par suite, totalement remplies » d'eau. Cet état de choses dura deux jours entiers. » Aussitôt que l'eau eût été pompée, et avant que les » ouvriers descendissent pour reprendre leurs travaux,

» je déterminai la température des deux galeries. Celle » de la première était de + 31°,1 centigrades. Le thermomètre, dans la seconde, à 190 fathoms de profondeur, se maintint à + 30°,8. Remarquons que, pour » éviter toute erreur dans l'observation de ces températures, j'enfonçai la boule de l'instrument de plusieurs pouces sous le sol des galeries.

» Ayant analysé les eaux de *Dolcoath* et celles de » *United-Mines*, dont les températures sont si élevées, » j'ai trouvé que les premières ne contiennent qu'une » très-petite quantité de muriate de chaux, et qu'il n'y » a dans les autres qu'une proportion également très-petite de sulfates de fer et de chaux. »

M. Fox termine sa lettre en annonçant que des expériences nouvelles, faites dans des mines de charbon de terre, confirment parfaitement les résultats qu'il avait obtenus dans les galeries des mines de cuivre et d'étain.

Ainsi, dans une *colliery*,

A 10 fathoms de profond., le therm. centig. marquait	+ 10°,0;
36	+ 14,4;
90	+ 16,7.

On vient de voir que, suivant M. Fox, la température des veines métalliques est généralement, de 1 à 3 degrés centigrades, supérieure à celle des roches voisines : or, en considérant les courans d'air qui circulent dans les galeries profondes des mines comme une cause de refroidissement toujours agissante, il me paraissait que cette petite différence de chaleur devait être une conséquence nécessaire de la grande conducibilité des

métaux. Il me semblait encore que ce phénomène, bien étudié, pourrait servir à montrer que les parties *intérieures* des roches et des filons métalliques sont elles-mêmes à des températures plus élevées, et qu'il fournirait ainsi une nouvelle objection contre l'hypothèse admise par quelques physiciens, que la haute chaleur qu'on observe dans les mines tient à une action chimique de l'air sur les substances qui tapissent les parois des galeries, et en particulier sur les pyrites. L'article suivant, que M. Fourier a bien voulu, à ma prière, extraire de son grand ouvrage sur la chaleur, montrera ce qu'il y avait de réel dans mes conjectures.

I.

On suppose qu'une masse solide homogène est comprise entre deux plans parallèles infinis, et que l'un de ces plans extrêmes étant soumis à l'action d'une source constante de chaleur, est maintenu à la température fixe b, pendant que le plan opposé qui termine le solide est exposé à l'air atmosphérique entretenu à une température fixe a moindre que b. Si l'on conçoit que le solide est assujetti depuis un très-long temps à ces actions inégales, mais constantes de deux causes extérieures, la surface en contact avec l'air prendra une température fixe α moindre que b, et plus grande que a : or, la valeur de α est donnée par l'équation suivante :

$$\alpha - a = \frac{b - a}{1 + e\frac{h}{k}}. \qquad (1)$$

On désigne par e la profondeur du solide, ou la distance des deux plans extrêmes, k et h sont des coefficiens spécifiques, c'est-à-dire, propres à la substance dont le solide est formé. On détermine ces coefficiens par les observations. Le premier k mesure la facilité avec laquelle la chaleur passe dans cette substance, d'une molécule à une autre.

Le second coefficient h mesure la facilité avec laquelle la chaleur se dissipe par la surface; et ce dernier effet comprend les deux modes de refroidissement, savoir : celui qui est dû au rayonnement, et celui qui est dû au contact de l'air.

Si, pour différentes substances, le coefficient h est le même ou peu différent, et si les températures b et a et la profondeur e sont les mêmes, la différence $\alpha - a$ sera plus grande lorsque la conducibilité k sera plus grande.

II.

On suppose qu'une masse solide homogène est terminée par un plan infini, et que la profondeur de la masse au-dessous de ce plan est extrêmement grande. On attribue à tous les points de la masse une température initiale commune b, et le plan qui la termine demeure exposé à l'air maintenu à la température fixe zéro. La température initiale b décroît lentement à mesure que la chaleur se dissipe dans l'air. Après un temps donné désigné par t, la température α de la surface a une certaine valeur exprimée en fonction de t, et des coefficiens spécifiques h et k qui règlent le mouvement de la chaleur dans la substance dont le solide est formé. Il s'agit de connaître comment cette température dé-

croissante α dépend de la conducibilité propre du solide.

La question qui a pour objet de déterminer la température variable d'un point quelconque de la masse n'est pas élémentaire comme la précedente. Elle exige une analyse particulière dont voici l'un des résultats :

$$\alpha = \frac{b\, e^{R^2}}{\frac{1}{2}\sqrt{\varpi}} \int_R^{\infty} dr\, e^{-r^2} \qquad (2)$$

Il faut prendre l'intégrale indiquée depuis $r = R$ jusqu'à $r = \frac{1}{0}$, et la valeur de R est

$$\frac{h\sqrt{t}}{\sqrt{k \cdot C \cdot D}}.$$

- h désigne la conducibilité de la surface exposée à l'air ;
- k la conducibilité intérieure de la masse ;
- b la température initiale de tous les points du solide ;
- C la capacité de chaleur rapportée au poids ;
- D la densité ;
- t le temps écoulé ;
- α la température variable de la surface.

On trouve, dans l'ouvrage de M. Kramp sur les réfractions astronomiques des tables qui donnent les valeurs de l'intégrale contenue dans l'équation (2). Ces quantités e^{-r^2}, $\int dr\, e^{-r^2}$ sont des fonctions très-remarquables ; elles sont communes à l'expression analytique

du mouvement de la chaleur, à celle des mouvemens de la lumière, et à toutes les questions principales de l'analyse des probabilités.

Lorsque le temps écoulé t a acquis une valeur assez grande, la température α est exprimée sans erreur sensible par l'équation très-simple

$$\alpha = \frac{b}{\sqrt{\varpi}} \; \frac{\sqrt{k \cdot C \cdot D}}{h \sqrt{t}}. \qquad (3)$$

Il suit évidemment de cette équation (3) que la température α de la surface est d'autant plus grande que la chaleur est plus facilement conduite dans l'intérieur du solide, toutes les autres conditions étant supposées les mêmes.

DÉCOUVERTE *de deux Chlorures de carbone.*

M. FARADAY a lu, à la Société royale de Londres, dans sa séance du 14 décembre, un Mémoire sur deux nouveaux composés de chlore et de carbone, et sur une combinaison triple d'iode, de carbone et d'hydrogène.

Il a obtenu le premier chlorure de carbone en faisant agir le chlore sur l'éther chlorique (1). Ce mélange, exposé à l'action des rayons solaires, produisit du gaz hydro-chlorique qui, chassé à mesure par l'introduction

---

(1) C'est la substance formée de volumes égaux de chlore et d'hydrogène per-carboné; MM. Robiquet et Colin l'appellent *éther chlorurique.*

de nouvelles quantités de chlore, laissa une substance cristallisée ; c'est le per-chlorure de carbone. M. Faraday entre ensuite dans le détail du procédé qu'il faut suivre pour se procurer ce corps à l'état de pureté, dont les propriétés sont alors les suivantes : il est transparent et incolore ; son odeur a quelque chose d'aromatique et ressemble assez à celle du camphre. Sa saveur est très-légère ; il est environ deux fois plus pesant que l'eau ; il se laisse aisément réduire en poudre, et, dans cet état, il a l'apparence du sucre blanc, dont il possède à-peu-près la dureté. Il n'est pas conducteur de l'électricité. A la température ordinaire, il se volatilise lentement ; à 160°, il se fond, et à 182°, il entre en ébullition. Il est insoluble dans l'eau ; mais l'alcool et l'éther le dissolvent bien. Il est difficilement combustible par les moyens ordinaires ; mais, chauffé dans le gaz oxigène, il brûle, et souvent avec éclat. La chaleur le sublime sous forme cristalline, et l'on obtient de sa dissolution éthérée des cristaux qui sont des tables quadrangulaires. Il paraît formé de :

3 atomes de chlore....	132,78	89,82
2 atomes de carbone...	15,06	10,18.
	147,84	100,00.

Cette substance se dissout dans les huiles fixes et dans les huiles volatiles ; l'oxigène agit sur elle à une température rouge, mais il est sans action à une température plus basse. Sa vapeur, mêlée avec le gaz oxigène, n'est point enflammée par l'étincelle électrique, même à 200°. L'hydrogène, dans les mêmes circonstances, ne produit

non plus aucun changement; mais la décomposition a lieu lorsqu'on fait passer ces mélanges à travers un tube rouge de feu; il se forme de l'acide hydro-chlorique et un dépôt de charbon. L'acide sulfurique ne paraît pas l'altérer. Les métaux décomposent presque tous le per-chlorure de carbone à une haute température; chauffé dans sa vapeur, le potassium y brûle avec éclat; et le fer, l'étain, etc. se combinent avec le chlore et précipitent du charbon.

Quand on lui fait traverser un tube chauffé au rouge, le per-chlorure est décomposé; il y a dégagement de chlore et formation de proto-chlorure.

Proto-chlorure de carbone. On le forme en chauffant au rouge obscur le per-chlorure; celui-ci commence par se sublimer; mais ensuite il abandonne du chlore, et il se forme du proto-chlorure qui est à l'état de vapeur, et se condense en un fluide. Par des distillations répétées, on l'obtient parfaitement limpide et incolore. Il jouit alors des propriétés suivantes : sa pesanteur spécifique est 1,5526; il n'est pas conducteur de l'électricité; son pouvoir réfringent est à-peu-près le même que celui du camphre. Il est incombustible, excepté dans la flamme de l'esprit-de-vin, en produisant de l'acide hydro-chlorique et une flamme d'un jaune vif.

Il reste fluide à 18° au-dessous de zéro; chauffé sous l'eau à 75° environ, il se réduit en vapeurs, et reste dans cet état tant qu'on maintient la température. Lorsqu'on l'expose à une violente chaleur, en lui faisant traverser un tube de verre rempli de fragmens de cristal de roche, il est décomposé en partie, et il se dépose du charbon dans le tube; mais doit-on attribuer la décomposition à

la chaleur seule, ou à l'action du proto-chlorure sur le verre, c'est ce qu'on n'a pas déterminé. De même que le per-chlorure, il ne s'unit point à l'eau, et il se combine avec l'alcool et l'éther : ces solutions brûlent avec une flamme verdâtre, en répandant des fumées perceptibles d'acide hydro-chlorique. Les huiles fixes et volatiles se combinent aussi avec lui. L'action des métaux sur cette substance est à-peu-près la même que sur les per-chlorures en général; le potassium, à la température ordinaire, n'agit que très-lentement sur lui; mais quand on le chauffe dans sa vapeur, il en résulte une combustion brillante et un dépôt de charbon. Les acides nitrique, hydro-chlorique ou sulfurique n'agissent point sur lui, et il ne se combine pas avec les dissolutions alcalines. L'hydrogène qu'on fait passer, à une haute température, à travers sa vapeur, la décompose; il se produit du carbone et de l'acide hydro-chlorique. Le proto-chlorure de carbone paraît formé d'un atome de chacun de ses ingrédiens ou de :

Chlore,	44,24	85,50
Carbone,	7,53	14,50.
	51,77	100,00.

M. Faraday a encore fait connaître, dans ce Mémoire, un composé triple d'iode, de carbone et d'hydrogène. Il l'obtint en exposant aux rayons solaires de l'iode dans du gaz oléfiant. Il se forma peu à peu des cristaux, sans qu'il parût exister de traces d'acide hydriodique dans le vaisseau, et par conséquent le gaz oléfiant n'avait pas été décomposé, mais simplement ab-

sorbé par l'iode. Ce composé triple, ainsi formé, fut purifié à l'aide de la potasse, qui en sépara l'excès d'iode. Dans cet état, ce corps est incolore, cristallin, friable; sa saveur est douceâtre et son odeur agréable; il n'est pas conducteur de l'électricité. A la chaleur, il commence par se fondre; il se sublime ensuite sans se décomposer, et se condense en cristaux prismatiques ou en tables. Une température élevée le décompose et en sépare l'iode. Dans la flamme de l'esprit-de-vin, il brûle, en donnant pour produits de l'iode et de l'acide hydriodique. Il est soluble dans l'alcool et dans l'éther; mais ni l'eau, ni les alcalis, ni les acides ne le peuvent dissoudre. Entre 150° et 200°, il est décomposé par l'acide sulfurique, effet dû probablement à la chaleur seule. M. Faraday regarde cette substance comme analogue à l'éther chlorique, et propose de l'appeler *hydro-carbure d'iode*. Ce chimiste n'a pas encore obtenu l'iodure de carbone; il a lieu d'espérer néanmoins qu'il réussira à le former, lorsque les rayons solaires auront plus d'intensité que dans la présente saison de l'année. (*Extrait des* Annals of Philosophy, *nouv. série.* I. 65.)

Sur *l'Emploi du sulfate d'indigo pour déterminer la force des dissolutions de chlorure de chaux.*

On sait que les blanchisseurs qui emploient les solutions de chlorure de chaux, sont dans l'usage de déterminer leur force par la quantité d'une dissolution donnée de sulfate d'indigo qu'elles peuvent décolorer. D'a-

près plusieurs expériences faites sur ce sujet, je pense qu'on ne peut, en aucune manière, se fier à ce réactif, et les essais que je vais rapporter en fourniront une preuve.

Je préparai deux dissolutions de sulfate d'indigo et de chlorure de chaux, telles qu'en mêlant deux mesures égales de chacune d'elles, la décoloration de l'indigo était complète.

Ayant ensuite étendu la dissolution de chlorure de chaux avec différentes proportions d'eau, j'obtins les résultats suivans :

Une mesure de solution de chlorure de chaux, étendue d'une mesure d'eau, produisit une liqueur qui décolora 1 mesure $\frac{1}{5}$ de dissolution d'indigo.

Une mesure de chlorure de chaux et 3 mesures d'eau donnèrent une liqueur qui décolora 1 mesure $\frac{1}{4}$ de solution d'indigo.

Une mesure de chlorure de chaux, étendue de sept mesures d'eau, fournit un liquide qui détruisit 1 mesure $\frac{4}{10}$ de solution d'indigo.

Il paraît donc, d'après cela, qu'on augmente beaucoup le pouvoir décolorant du chlorure de chaux en l'étendant simplement d'eau; qu'une mesure d'eau l'augmente d'un cinquième; trois mesures, d'un quart; et sept mesures, d'un quatorzième.

Le Dr Henry, à qui je fis part de ces faits, les explique (si je me le rappelle bien) en supposant que lorsqu'on emploie la dissolution de chlorure de chaux à l'état de concentration, l'acide sulfurique du sulfate d'indigo dégage une portion de chlore à l'état de gaz, qui alors ne produit point d'action sur la matière colorante. La recherche d'une

dissolution colorée qui pourrait, sans incertitude, résoudre la question, serait, je pense, un objet digne de fixer l'attention des blanchisseurs; et il est bien évident que le pouvoir *blanchissant* du chlorure de chaux n'est pas représenté d'une manière certaine par sa faculté de décolorer le sulfate d'indigo. On pourrait se servir d'une dissolution titrée de cochenille que l'on conserverait au moyen du sel marin; du moins je ne mets pas en doute que l'addition de cette substance ne puisse très-bien la conserver; car c'est un très-bon préservatif pour les infusions bleues végétales qu'on emploie comme réactifs pour les acides et les alcalis. (*Annals of Philosophy*, nouv. série. I. 72) (1).

BESCHREIBUNG AND GEBRAUCH, etc. *Description et usage d'un Electromètre très-sensible qui indique l'espèce de l'électricité dont il accuse la présence.*

Par le Prof. BOHNENBERGER (*Tubing en blätter*).

(*Traduction.*)

BEHRENS publia, il y a neuf ans, la description d'un électromètre qui indique l'espèce de l'électricité dont il

---

(1) Cet article, qui n'est point signé, nous paraît être du Dr Thomson. Déjà M. Welter avait fait connaître la propriété qu'a le chlore de décolorer plus ou moins d'indigo, selon la concentration et la manière de procéder. (VII. 386 de ce Journal.) R.

manifeste la présence (1), mais qu'on paraît avoir oublié, avec les colonnes électriques sèches qui font une partie essentielle de l'appareil. Le *mouvement perpétuel* électrique de Zamboni me rappela cet électromètre, et j'engageai le mécanicien de l'Université, M. Butzengeiger, à exécuter l'instrument. Je vais le décrire, avec les changemens que Mr B. y a faits pour le rendre moins casuel.

Un vase cylindrique de verre, d'environ deux pouces et demi de diamètre sur trois et demi de haut, porte un couvercle de laiton. De ce couvercle descendent dans le vase deux petites colonnes électriques sèches, vissées au couvercle de manière que l'une ait son pole positif, l'autre le pole négatif faisant une légère saillie au-dessus du couvercle. Chacune est composée de quatre cents disques de papier d'or et d'argent collés ensemble, qui ont trois lignes de diamètre et qui remplissent deux tubes de verre verni. Ces tubes sont terminés en bas, chacun par un anneau de laiton un peu saillant et arrondi, qui est en communication électrique avec les disques. Quand le couvercle est en place, les colonnes descendent verticalement, et l'anneau inférieur est distant d'un quart de pouce du fond du verre. Les axes des colonnes sont éloignés d'un pouce sept lignes l'un de l'autre; mais on peut les rapprocher. Du centre du couvercle s'élève un tube de verre verni en dedans et en dehors; et en dedans du tube est un fil de laiton maintenu dans l'axe par un bouchon de liège; il ne touche le tube nulle part ailleurs. Au bout inférieur du fil de laiton

(1) *Annalen der Physick.* T. XXIII. Cah. I.

est suspendue une lame d'or battu longue de deux pouces et demi, et large de trois lignes, exactement au milieu de l'intervalle entre les deux colonnes, et parallèlement à leur axe si elles sont bien verticales. A l'extrémité supérieure du fil de laiton se trouve une petite boule de même métal sur laquelle on peut visser un des disques d'un condensateur, comme à l'électromètre de Volta. Par cet arrangement, les colonnes électriques, que Behrens avait placées hors du verre qui garantit la lame d'or des mouvemens de l'air, sont logées en dedans de ce même verre, ce qui non-seulement assure mieux leur position, mais les garantit contre l'humidité, la poussière, etc., de manière qu'elles conservent toujours à-peu-près la même intensité électrique.

On se sert de cet électromètre de la manière suivante : le couvercle de métal est mis en communication avec le sol, moyennant un fil métallique; et en touchant le bouton du fil de métal auquel est attachée la lame d'or, on dissipe toute électricité accidentelle qui pourrait appartenir à cette partie de l'appareil. J'observe que si l'on a la peau sèche, l'attouchement du doigt n'est pas suffisant. Comme la lame d'or est suspendue entre les colonnes jusqu'au niveau des anneaux de métal qui les terminent, l'une positivement, l'autre négativement, la lame est attirée également de part et d'autre, et demeure tranquille au milieu, dans l'état ordinaire; mais lorsqu'au moyen du fil de métal auquel la lame est suspendue, on lui communique le plus faible degré d'électricité, l'extrémité inférieure de la lame est attirée par l'anneau qui possède l'électricité opposée à celle qu'on communique; elle arrive jusqu'au contact avec cet an-

neau, puis elle en est incontinent repoussée et attirée par l'anneau opposé. Ce mouvement d'oscillation dure jusqu'à ce que la lame s'attache à une des colonnes, dont on peut facilement la détacher, en touchant le fil de métal, de manière à dissiper toute son électricité, et en secouant un peu l'instrument (1). Pour pouvoir juger de l'espèce de l'électricité, les poles supérieurs des deux colonnes qui font saillie au-dessus du couvercle portent les signes + et —. L'électricité qu'on cherche est celle qu'indique le signe de la colonne vers laquelle la lame se porte d'abord, ou qui, lorsque l'électricité est plus forte, en est touchée la première.

On peut examiner également bien, par cet électromètre, des électricités fortes et faibles. Dans le premier cas, on approche lentement et de loin le corps électrisé de la boule de l'électromètre, jusqu'à ce que la lame d'or se mette en mouvement vers l'une des deux colonnes. Si, par exemple, on approche un bâton de cire d'Espagne frotté, à la distance d'environ trois pieds de la boule, on verra déjà un mouvement de la lame vers la

---

(1) Dans l'appareil de ce genre que nous possédons, construit par M. Butzengeiger, lorsque la lame d'or s'applique par le bout inférieur à l'une des colonnes, elle est très-difficile à détacher; nous attribuons cet inconvénient à ce qu'étant un peu trop courte, elle n'arrive pas toujours jusqu'au bord supérieur de l'anneau dans ses oscillations; mais l'appareil n'en est pas moins l'électromètre de beaucoup le plus sensible que nous connaissions, et le plus commode, parce qu'il indique toujours l'espèce de l'électricité qu'on éprouve.

(R.)

colonne marquée —; si on approche davantage, elle frappe la colonne, et pourrait aisément être déchirée si on approchait davantage la cire frottée vers la boule. Dans le second cas, le corps électrisé doit être porté beaucoup plus près de la boule, et mis peut-être en contact avec elle jusqu'à ce que la lame d'or se mette en action; ce degré est si faible, qu'il serait absolument insensible à l'électromètre ordinaire de Bennet. Lorsque l'électricité est très-faible, on peut avec avantage employer le condensateur adapté à l'instrument. La plaque circulaire au bord de laquelle on visse la boule de l'électromètre remplace le couvercle du condensateur, et une plaque ou disque muni d'un manche de verre et qu'on pose dessus la première, représente le bas. Ces plaques sont recouvertes d'une mince couche de vernis de succin, sur la face par laquelle on les met en contact. Si on veut éprouver une électricité très-faible, on touche d'abord, pour la dépouiller de son électricité, la plaque inférieure ou le fil qui porte le bouton; on pose ensuite dessus la seconde plaque; on touche enfin la plaque inférieure, ou son fil avec le corps dont on veut examiner l'électricité, en touchant en même temps la plaque supérieure pour la dépouiller de son électricité; on enlève ensuite le disque supérieur par son manche de verre, et on remarque vers laquelle des deux petites colonnes la lame d'or se porte; le signe marqué sur cette colonne indique l'espèce de l'électricité. Si, par exemple, on met en contact avec la surface inférieure de la plaque inférieure du condensateur, un petit disque de zinc d'environ trois quarts de pouce de diamètre, en le pressant contre cette plaque, sans toucher celle-ci du doigt, et qu'on touche en

même temps le disque supérieur du condensateur pour le dépouiller de son électricité, et qu'on enlève ensuite d'une part le disque de zinc, d'autre part la plaque supérieure, on voit la lame d'or s'approcher décidément de la colonne marquée —. On observera le même effet si on met en contact avec le disque de l'appareil un morceau de papier argenté, du côté où il est enduit de métal.

On peut aussi, ce qui est plus commode dans plusieurs cas, mettre le corps qu'on veut examiner en contact avec le disque supérieur et amovible ; en touchant la plaque inférieure pour la dépouiller, et en procédant d'ailleurs comme on vient de l'indiquer. Mais l'électricité que l'instrument indiquera sera, dans ce cas, opposée à celle qu'on a communiquée à la plaque supérieure, parce que, par ce procédé, la plaque, réunie à l'instrument, forme la base du condensateur.

Si le corps qu'on examine ne peut pas être commodément mis en contact immédiat avec la plaque inférieure du condensateur, on établit la communication au moyen d'un fil de métal pourvu d'un manche isolant ; et on procède pour le reste ainsi qu'on l'a indiqué (1).

(Tiré de la *Bibliothèque universelle.* Novembre 1820.)

---

(1) M. Butzengeiger, mécanicien de l'Université de Tubingen, construit ces appareils, pour le prix de sept florins d'Allemagne, et avec le condensateur, pour neuf florins d'Allemagne ; le florin vaut environ quarante-cinq sols de France.

NOTE *sur des Expériences relatives à la fabrication des savons durs.*

PAR M. COLIN.

J'AVAIS observé, dans mes précédentes expériences, que parmi tous les savons que j'avais fabriqués directement, il n'en était point qui gagnassent le fond de l'eau quand on les abandonnait à eux-mêmes sur ce liquide. Il était probable que cela devait tenir à un défaut de pratique de ma part, et j'eus bientôt l'occasion de m'en convaincre; car, ayant traité des huiles par un peu de litharge, et les ayant ensuite combinées à la soude, je n'en obtins qu'un savon rougeâtre, qui sentait l'onguent et qui était d'ailleurs extrêmement léger. Or, il ne faisait qu'une mousse lorsque je le coulai, ce qu'il faut attribuer à la trop petite concentration des dernières lessives, et ce qui rend bien compte de sa grande légèreté. Je pus d'autant mieux l'expliquer ainsi, que l'observation s'en présenta plusieurs fois dans le cours des expériences, et que c'est par un moyen analogue, c'est-à-dire, par un brassement un peu vif à la fin de la cuite, que l'on donne de la légèreté aux savons de toilette: je ne prétends point, d'ailleurs, qu'il soit impossible de trouver un savon jouissant par lui-même de cette propriété. Quoi qu'il en soit, il n'est donc point indifférent de terminer, ou non, une cuite par la lessive la plus concentrée, d'autant plus qu'on peut même à froid, comme on le sait, et avec des lessives fortement rapprochées, obtenir des savons.

La saponification faite à froid donne, en général, des produits supérieurs, ainsi que Baumé l'a fait voir pour les huiles de faîne, de navette, etc. : c'est ce qui m'a déterminé, d'après lui, à faire quelques essais de ce genre.

J'ai pris 4 onces d'huile de noix, et je l'ai saponifiée par une forte lessive provenant de 4 onces de sous-carbonate de soude cristallisé. Cette lessive, d'une demi-pinte, a été réduite à un douzième de pinte, par une évaporation rapide ; puis on l'a agitée, étant froide, avec les 4 onces d'huile de noix ; il en est résulté 6 onces 3 gros d'un beau savon blanc, bien ferme, et d'abord presque sans odeur : c'est à-peu-près tout ce qu'on aurait obtenu de la meilleure opération faite à chaud, puisque 3 livres d'huile donnent alors 5 livres de savon marchand. Ce savon sentait bientôt la noix, et a perdu, en un an, 6 gros.

J'ai, à peu de chose près, aussi bien réussi pour l'huile d'œillette ; mais l'huile de lin, traitée de la même manière, m'a donné un savon rouge, et sans consistance étant froid. Au bout d'un an, 6 onces de ce savon avaient perdu 7 gros ; il sentait beaucoup la farine de graine de lin, et sa teinte était celle du café au lait un peu foncé. En somme, l'expérience a fourni un savon de mauvaise qualité.

En général, les essais sur l'huile de lin m'ont donné à penser qu'une trop grande abondance de mucilage était nuisible à la fabrication des savons. Ils font voir de plus que, de toutes les huiles que j'ai employées, l'huile de lin est la moins saponifiable, soit à froid, soit à chaud ; tandis que l'huile de noix marche au moins de pair avec l'huile d'œillette : cependant Pelletier, Lelièvre et d'Ar-

cet avaient, sous ce rapport, posé l'huile de noix à côté de l'huile de lin : je présume que l'huile de noix dont ils s'étaient servis était impure.

Nous avons vu qu'en faisant les savons à chaud, comme cela se pratique habituellement, on court le risque de les avoir trop légers, si la dernière lessive n'est pas assez forte; on court même celui de les brûler; car il faut alors continuer l'évaporation dans un liquide trop épais : ces inconvéniens étant des plus faciles à éviter, ils ne peuvent être le fondement d'une objection. Sur quoi il faut observer que dans la saponification faite à froid, où ces accidens ne sont point à craindre, et où le résultat est souvent plus beau, la dépense est plus grande. Cette pratique exige, en effet, une grande concentration de la lessive caustique, et par suite une plus grande évaporation que dans le procédé à chaud, puisqu'il faut dissiper ainsi l'eau-mère qui s'écoulerait après le grenage dans les savons faits à chaud (1). Je ne parle pas de la force mécanique qu'il faut dépenser dans le procédé à froid pour battre et mêler ensemble l'huile et la lessive, quoique cependant il fallût la faire entrer en ligne de compte sous le rapport économique. Ainsi, dans la saponification opérée à froid, l'on est loin d'avoir une économie de combustible ; ce procédé ne pourrait donc être employé en grand que pour des huiles de bas prix, et qui donneraient ainsi, et non autrement, des produits de qualité supérieure.

---

(1) Quelquefois il se sépare de l'eau des savons que l'on fait à froid, mais non pas à beaucoup près autant qu'en les faisant autrement.

Enfin, il est aisé de voir comment, avec des bases plus saponifiantes que la soude, on peut convertir en savon dur des huiles qui n'en donneraient point, si on les traitait directement par la soude, en employant les moyens ordinaires (1); car la potasse, par exemple, ayant une fois déterminé, dans ces matières, la formation des acides margarique et oléique, il ne s'agit plus que de décomposer par un sel de soude le margarate et l'oléate de potasse.

On voit aussi comment cette même soude, qui ne donne point de savons durs avec un grand nombre d'huiles, peut, lorsqu'elle est assez concentrée, déterminer à froid leur saponification, comme Baumé l'a fait connaître le premier, puisqu'elle agit alors avec plus de masse sur les portions qu'elle touche.

Mais il n'est point aussi facile de se rendre raison de ce qui se passe quand, par une petite quantité d'eau de chaux, on détermine la saponification de la partie de l'huile de colza que la soude la plus concentrée ne peut saponifier (2). On peut pourtant supposer qu'elle est employée à rompre l'équilibre qui maintient les élémens en présence, et que cet équilibre étant une fois détruit, la force de la soude est suffisante pour achever le savon. M. Gay-Lussac a expliqué ainsi et signalé le premier un phénomène de ce genre, en faisant observer que le moût de raisin, et en général toute matière fermentescible,

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, tome III, *Expériences 8 et 9 relatives à la fabrication des savons durs.*

(2) Même ouvrage, même tome, même travail, *Expériences 3 et 5.*

n'entrait en fermentation qu'au contact de l'air ou de l'oxigène ; mais que la moindre bulle de l'un ou de l'autre suffisait pour déterminer cette action, qui se propageait ensuite d'elle-même, et sans le concours d'une nouvelle quantité d'air ou d'oxigène. Toutefois il n'en est pas exactement de même de l'eau de chaux, puisque sa quantité, d'ailleurs fort petite, doit se régler sur les doses des matières mélangées.

Je terminerai par quelques observations qui m'ont été communiquées :

« On fait, dans le gouvernement de Buénos-Ayres, et probablement dans toute l'Amérique espagnole, un bon savon avec la potasse d'Amérique, le suif et la résine. C'est à une certaine époque de l'opération qu'on y introduit la résine réduite en poudre : elle y entre quelquefois en si grande quantité, que le savon en a la couleur et l'odeur. » A quoi bon cette addition de résine, puisqu'il serait si facile de durcir le savon de suif et de potasse en le décomposant par une dose convenable de sel marin, et d'obtenir ainsi un produit de première qualité ? A la vérité, il se pourrait que les Espagnols américains ignorassent cette double décomposition, et que l'incorporation de la résine fût seulement un moyen de donner de la dureté à un savon mou. Peut-être aussi est-ce par économie, ou peut-être encore cette composition posséderait-elle des propriétés particulières.

On m'a aussi appris « qu'on trouve dans les fabriques de draps à Rouen, à Elbeuf, etc., un savon noirâtre de très-mauvaise odeur, ordinairement dur, mais dont la surface devient un peu gluante dans les grandes chaleurs. La portion qui a perdu sa solidité de cette façon

est aussi transparente que du savon mou. Les fabricans de draps prétendent qu'il est beaucoup meilleur pour eux que le savon de Marseille, et qu'il est fait avec des graisses; » mais il serait bien possible qu'il fût obtenu en traitant par les alcalis les débris des matières animales, ainsi que M. Chaptal l'a enseigné.

Enfin, les fabricans du savon dit *de Marseille* font, dit-on, entrer par économie une certaine dose d'huile d'œillette dans l'huile d'olive qu'ils destinent à cet usage, et cela sans que la qualité du savon en soit altérée. Les expériences de Pelletier, Lelièvre et d'Arcet prouvent la bonté de cette méthode, qu'ils ont d'ailleurs conseillée.

Sur *la Combinaison de l'acide chromique avec l'acide sulfurique, et sur la Conversion de l'alcool en éther sulfurique, par un procédé nouveau.*

Lorsqu'on fait bouillir de l'acide sulfurique étendu sur du chromate de plomb ou de baryte en grand excès, l'acide chromique que l'on obtient n'est jamais pur; il retient beaucoup d'acide sulfurique, lors même qu'on emploie dix fois plus de ce dernier acide qu'il n'en faut pour décomposer le chromate employé. Le liquide contenant les deux acides, soumis à des évaporations successives, cristallise en totalité en petits prismes quadrangulaires d'un rouge foncé : si la concentration et la chaleur étaient poussées trop loin, il se dégagerait de l'oxigène, et il se formerait du sulfate d'oxide vert de

chrome. Ces cristaux sont très-solubles dans l'eau, et même déliquescens; ils sont composés d'un atome d'acide sulfurique et d'un atome d'acide chromique. Pour en faire l'analyse, on a commencé par les faire bouillir avec un mélange d'acide hydrochlorique et d'alcool, afin de décomposer l'acide chromique et le changer en oxide vert; le liquide a été divisé ensuite en deux portions égales : l'une, précipitée par le chlorure de barium, a donné l'acide sulfurique; et l'autre, décomposée par l'ammoniaque, a donné l'oxide de chrome, et conséquemment l'acide chromique. On peut obtenir immédiatement le composé d'acide sulfurique et d'acide chromique, en les mêlant dans un état convenable de concentration : il se fait aussitôt un précipité rouge. L'acide nitrique ne paraît pas contracter une union bien intime avec l'acide chromique; car il ne cristallise point avec lui, et une chaleur modérée l'en sépare complètement.

L'alcool dissout très-facilement le composé d'acide chromique et d'acide sulfurique; mais pour peu qu'il soit concentré, l'action réciproque des corps qui sont en présence est extrêmement vive, et peut même être suivie d'explosion. L'acide chromique est ramené à l'état d'oxide vert, et le liquide prend une odeur éthérée particulière qui m'avait fait croire d'abord qu'il s'était formé un nouvel éther. Ayant reconnu que l'on obtenait précisément la même odeur en traitant le peroxide de manganèse par l'alcool et l'acide sulfurique étendu d'eau, j'ai recueilli par la distillation un peu de liquide éthéré dont l'odeur m'a paru semblable à celle de l'éther acétique; je l'ai rectifié sur de la chaux pour

en séparer l'eau, et ensuite sur du chlorure de calcium pour retenir une portion de l'alcool qui s'était volatilisé avec le liquide éthéré. Ce dernier, après ces rectifications, avait une saveur âcre et brûlante, et une odeur très-pénétrante dans laquelle on distinguait celle de l'éther sulfurique : mêlé avec l'eau, il s'en est séparé une couche d'éther sulfurique, et une huile blanche transparente et légère qui m'a paru identique avec l'huile douce du vin ; cependant il est encore possible qu'il se soit formé un peu d'éther acétique. Le mélange d'alcool, d'acide sulfurique et de peroxide de manganèse, qui avait fourni le produit éthéré, contenait beaucoup de sulfate de manganèse ; mais, saturé par la chaux, je n'ai pu y reconnaître aucune trace d'acide hyposulfurique.

Ainsi, lorsqu'on traite l'alcool par l'acide chromique et l'acide sulfurique, ou par ce dernier et le peroxide de manganèse, il paraît éprouver la même altération que par l'acide sulfurique seul ; de l'éther sulfurique et de l'huile douce du vin se forment par le moyen de l'oxigène de l'acide chromique ou du peroxide de manganèse. L'acide sulfurique n'éprouve aucune altération ; mais sa présence est nécessaire pour déterminer la décomposition de l'alcool et la désoxidation partielle de l'acide chromique et du peroxide de manganèse, en vertu de son affinité pour les oxides de chrome et de manganèse. Je ne doute pas qu'il ne puisse être remplacé par plusieurs autres acides.

En terminant cette note, je dois remarquer que Schéele avait déjà observé qu'en laissant ensemble, pendant quelques jours, du peroxide de manganèse,

de l'acide sulfurique et de l'alcool, et en distillant ensuite doucement, l'alcool passe avec une forte odeur qui approche beaucoup de celle de l'éther nitreux. (Schéele, *Mém. de Chim.*, t. I, p. 73; trad. franç.) M. Dobereiner a aussi remarqué une odeur semblable dans un mélange de chromate de potasse, d'acide sulfurique et d'alcool, et il paraît l'attribuer à un éther particulier produit par la réaction de l'acide chromique sur l'alcool.

G.-L.

Note *extraite d'un Mémoire lu à l'Institut le 29 novembre* 1819, *par M.* C. Despretz.

On admet avec M. Dalton, dans tous les ouvrages de physique, qu'à partir du point d'ébullition sous la même pression, ou, pour plus de généralité, qu'à partir du point où les forces élastiques sont égales, la variation dans la force élastique de la vapeur pour un même nombre de degrés du thermomètre, est la même pour tous les liquides.

Le savant physicien anglais est parvenu à cette relation par un procédé trop connu pour que j'en donne la description. Il trouva, par ce procédé, la force élastique de la vapeur aqueuse dans divers points d'un intervalle assez étendu; calculant ensuite, par interpolation, les résultats intermédiaires, il put construire une table contenant la force élastique de la vapeur d'eau, pour chaque degré du thermomètre, depuis la congélation jusqu'au-delà du point d'ébullition.

On sait que M. de Laplace lia les différentes données de l'observation par la formule :

$$F_n = 0^{m},76 \times 10^{an+bn^2+cn^3}.$$

Dans cette équation, n désigne le nombre des degrés du thermomètre centigrade, comptés depuis la température de l'ébullition de l'eau sous la pression $0^{m},76$; n est pris positivement au-dessus de ce point, et négativement au-dessous.

Les forces élastiques données par cette formule pour les températures au-dessous du point de congélation, se sont trouvées les mêmes que celles que M. Gay-Lussac a déterminées par l'expérience directe.

La loi qui fait le sujet de cette discussion n'a été établie que sur les observations faites avec l'eau, l'éther et l'alcool (1). Mais si l'on ne peut mettre en doute la précision de la table donnée pour le premier de ces liquides, puisque l'exactitude des résultats ne dépend que de la sagacité de l'observateur, je pense qu'il n'en serait pas de même des tables qu'on construirait d'après les observations faites avec l'alcool et l'éther, vu que l'homogénéité de ces liquides n'était pas parfaite, comme l'indique la variation qui a eu lieu dans la température pendant leur distillation.

A ces premières considérations, j'ajouterai que mes expériences me portent à douter de la vérité de la loi de M. Dalton.

---

(1) Les essais faits sur d'autres liquides étaient trop peu nombreux pour qu'on pût en tirer aucune conséquence.

D'après mes observations, l'eau, l'alcool, l'éther sulfurique et l'essence de térébenthine entrent en ébullition sous des pressions égales, à des températures qui ne sont pas équidistantes de leurs points d'ébullition sous $0^{m},76$. Il est évident, d'après cela, qu'à des distances égales de ces derniers points, la force élastique de chacun de ces liquides ne peut pas être la même.

Pour un intervalle d'une demi-pression, la différence est assez légère pour l'alcool, puisqu'elle n'est que de deux dixièmes de degré; l'éther sulfurique en présente une d'un degré; mais pour l'essence de térébenthine, la différence entre la température fournie par mes expériences, et celle qu'on déduirait de la loi, diffère de près de 7 degrés.

Déjà plusieurs physiciens ont cru trouver la loi de M. Dalton en défaut; mais les liquides soumis à leurs recherches ne remplissaient pas les conditions d'homogénéité (1) : on ne peut donc tirer aucune conclusion certaine de leurs observations.

Si l'on admet l'exactitude des considérations précédentes et des résultats de mes expériences, on sera conduit à cette conséquence, que la loi de M. Dalton n'a pas toute la généralité qu'il lui a supposée.

Le tableau des forces élastiques montre encore que

(1) Il n'est guère possible d'avoir avec précision la température d'ébullition d'un liquide impur, puisque la partie volatilisée diffère du liquide plus fixe resté dans le vase.

deux liquides s'écartent d'autant plus de la loi de M. Dalton, qu'ils diffèrent plus dans leur nature chimique. On peut aussi remarquer que les écarts sont dans le même sens au-dessus et au-dessous de l'ébullition.

On s'est fondé sur la relation que nous venons de discuter pour la détermination des températures d'ébullition de plusieurs liquides, et notamment de la combinaison du chlore avec le gaz oléfiant.

En effet, d'après cette loi, il suffisait de déterminer, par la voie de l'expérience, la force élastique de la vapeur d'un liquide quelconque, relative à chaque degré de l'échelle thermométrique. Si l'on construisait une table avec les résultats, on pouvait ensuite faire une table analogue pour tout liquide dont le point d'ébullition était connu; et réciproquement le point d'ébullition se trouvait déterminé par la connaissance de la force élastique du liquide à une température donnée. Ce procédé était commode, et ne demandait que l'emploi d'une petite quantité de liquide. Mais comme la relation sur laquelle il était établi paraît inexacte, il s'ensuit que la température d'ébullition d'un liquide doit être prise directement.

Quoiqu'il soit démontré que la loi de M. Dalton n'est pas rigoureusement exacte, ce célèbre physicien n'en a pas moins rendu un service éminent aux sciences en la faisant connaître, car les écarts sont assez faibles; de sorte que l'on peut toujours assurer que le mercure, l'acide sulfurique et les métaux volatils à des températures élevées, n'ont, à la température ordinaire, qu'une tension inappréciable. On est donc à-peu-près certain que la

colonne du mercure dans le baromètre n'est nullement déprimée par la vapeur de ce métal, et qu'il n'existe pas de vapeurs métalliques sensibles dans notre atmosphère.

SUR *les Oxides de manganèse.*

PAR Mr G. FORCHHAMMER.

(Extrait des *Annals of Philosophy*, nouvelle série. I. 50.)

M. FORCHHAMMER admet trois oxides de manganèse. Le protoxide est formé de 100 part. de manganèse, et de 31,29 d'oxigène.

Le deutoxide, obtenu par la combustion du protoxide dans l'air, contient une quantité d'oxigène qui est à celle du protoxide comme 4 : 3.

Le peroxide se forme, suivant M. Forchhammer, lorsqu'on calcine du carbonate de manganèse dans l'air, ou lorsqu'on fait bouillir de l'acide nitrique faible sur le deutoxide : celui-ci se change en protoxide qui est dissous par l'acide, et en une poudre noire qui est le peroxide, et qui contient deux fois plus d'oxigène que le protoxide.

M. Forchhammer regarde l'oxide que laisse le nitrate de manganèse en se décomposant par la chaleur, comme n'étant point le véritable deutoxide; il le trouve composé d'un atome de peroxide et d'un atome de deutoxide.

La lecture du Mémoire de M. Forchhammer ne donne pas une idée favorable de l'exactitude de ses résultats, surtout lorsqu'on considère qu'ils s'écartent beaucoup de ceux obtenus par MM. Berzelius et Arfvedson. (*Ann. de Chim. et de Phys.* VI. 204.)

Nous n'en faisons mention que pour rappeler l'attention des chimistes sur un objet qui ne nous paraît point encore épuisé.

Orbite *parabolique de la comète de* 1821, *calculée par M.* Nicollet.

Passage par le périhélie, le 21 mars 1821, à 9h. 33′ 7″ du soir, temps moyen.

Distance périhélie.......................=0,091113.
Longitude du nœud ascendant.........= 48°.32′.12″
Longit. du périhélie, comptée sur l'orbite=239.18.37.
Inclinaison sur l'écliptique...........= 74.10.53.
Mouvement héliocentrique, *rétrograde*.

Ces élémens sont déduits des observations faites à l'Observatoire royal, depuis le 21 janvier jusqu'au 1er mars inclusivement. Pendant cet intervalle, le mouvement géocentrique de la comète a été très-lent et presque uniforme. L'arc parcouru en ascension droite est à peine de 3° 18′, et celui en déclinaison de 2° 51′; on ne peut donc regarder ces élémens que comme une première approximation qui, d'ailleurs, représente les observations avec une exactitude assez grande pour que les erreurs

aillent rarement au-delà d'une minute et demie, et soient le plus souvent au-dessous de cinquante secondes.

La comète est maintenant plongée dans les rayons du soleil : bientôt elle atteindra son *maximum* en latitude héliocentrique ; après quoi, l'accélération qu'elle éprouvera par l'effet de sa petite distance au soleil, la fera descendre rapidement vers l'écliptique, et pénétrer dans l'hémisphère austral. On pourra l'observer alors le matin, avant le lever du soleil, et perfectionner ensuite les résultats que nous présentons.

Le défaut d'espace nous force de renvoyer au Cahier suivant l'Extrait des séances de l'Académie pour le mois de janvier 1821.

ANNONCE.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	753,99	−10,0	90	753,88	− 7,5	83	753,84	− 6,9	66	753,56	− 7,5	83	− 6,6	−11,6	Neige fine.	O.
2	750,67	− 7,2	75	748,73	− 5,0	75	747,38	− 4,2	73	744,79	− 5,6	98	− 4,2	− 7,8	Beaucoup d'éclaircies.	S. E.
3	738,70	− 4,0	98	737,78	− 2,8	97	737,42	− 1,2	99	736,20	+ 0,2	99	+ 0,2	− 4,5	Très couv., brouil.	E.
4	740,36	− 0,2	90	741,97	− 1,6	84	742,37	− 1,8	84	741,80	− 3,0	89	+ 0,6	− 3,2	Couvert, brouillard.	N. O. fort.
5	738,48	+ 0,5	96	737,36	+ 3,9	96	737,42	+ 6,0	94	737,70	+ 4,2	95	+ 6,0	− 0,0	Pluie, brouillard.	S. E.
6	737,44	+ 3,2	95	736,70	+ 4,2	94	736,68	+ 4,3	95	738,10	+ 2,6	95	+ 4,3	+ 2,5	Brouillard très-épais.	S. E.
7	741,16	+ 4,8	95	741,30	+ 6,4	94	741,73	+ 7,0	92	741,50	+ 2,0	95	+ 7,0	+ 2,0	Nuageux, brouillard	S. S. O.
8	738,06	+ 2,5	92	736,90	+ 4,2	92	736,90	+ 6,0	92	736,90	+ 5,1	93	+ 6,0	+ 2,0	Pluie, brouillard.	S. E.
9	732,46	+ 5,5	94	732,82	+ 6,1	93	734,80	+ 7,5	93	736,95	+ 6,3	94	+ 7,5	+ 5,5	Pluie contin., brouil.	S. E.
10	739,96	+ 8,0	93	740,58	+ 9,2	86	740,45	+ 8,9	91	737,18	+ 7,8	95	+ 9,3	+ 7,4	Quelques éclaircies.	O.
11	738,30	+10,0	94	739,28	+13,2	85	739,76	+11,8	89	741,97	+10,8	92	+13,3	+ 9,4	Nuageux.	S. O.
12	745,22	+ 9,5	94	745,32	+11,8	85	745,37	+11,1	92	748,08	+ 9,0	92	+11,8	+ 8,2	Nuageux.	S. O.
13	75a,12	+ 9,6	88	751,56	+11,4	84	750,47	+11,0	88	744,13	+ 9,8	95	+11,4	+ 9,0	Couvert.	S. S. O.
14	738,70	+10,6	94	740,16	+12,2	91	742,68	+11,4	90	753,46	+ 7,8	83	+12,3	+ 7,8	Couvert, brouillard.	S.
15	762,38	+ 1,5	95	762,24	+ 4,0	83	760,44	+ 6,9	73	759,20	+ 7,0	96	+ 7,0	+ 0,5	Nuageux.	S. E.
16	755,85	+10,2	90	757,09	+11,5	71	758,65	+11,2	64	761,28	+ 6,5	95	+11,5	+ 5,0	Très-nuageux.	O.
17	764,80	+ 6,6	89	765,13	+ 8,0	79	765,60	+ 6,0	85	766,93	+ 5,5	96	+ 8,0	+ 5,2	Quelques éclaircies.	O
18	768,04	+ 7,5	96	768,10	+ 9,8	93	768,06	+ 9,8	93	768,78	+ 7,8	95	+ 9,8	+ 6,5	Couvert, brouillard	S. S. O.
19	768,33	+ 5,5	95	767,78	+ 5,9	84	766,77	+ 6,0	82	766,50	+ 3,2	98	+ 6,0	+ 2,0	Couvert, brouillard	E. S. E.
20	768,78	+ 2,6	95	769,36	+ 4,2	82	769,64	+ 4,0	83	772,00	+ 4,2	89	+ 4,3	+ 1,5	Couv., brouill. épais	O.
21	774,45	+ 3,8	77	774,24	+ 4,6	71	774,16	+ 5,4	69	774,20	+ 1,3	96	+ 5,4	+ 0,8	Nuageux.	E.
22	774,38	− 0,5	95	773,93	− 0,0	94	773,30	− 0,0	94	773,16	− 0,0	95	+ 0,0	− 0,8	Brouillard épais.	N. E.
23	774,08	+ 2,6	93	774,00	+ 4,0	91	773,80	+ 4,5	84	774,56	+ 1,2	85	+ 4,5	+ 1,2	Couvert, brouillard.	N.
24	774,30	+ 1,0	76	773,80	+ 2,5	73	773,04	+ 2,0	73	773,23	− 0,1	85	+ 2,5	− 0,5	Couvert, brouillard.	N.
25	772,92	− 0,5	92	772,55	+ 0,5	70	771,87	+ 0,2	70	771,87	− 3,2	94	+ 0,5	− 3,2	Couvert, brouillard	N.
26	771,90	+ 1,4	86	[illegible]	+ 0,9	78	769,92	+ 3,3	79	766,20	+ 1,9	85	+ 3,3	+ 0,5	Couvert, brouillard.	N. N. E. tr. fai.
27	767,90	+ 0,5	81	767,50	+ 1,0	74	[illegible]	+ 0,8	78	765,56	− 0,5	82	+ 1,0	− 0,5	Couvert, brouillard	E
28	764,92	− 0,5	85	764,95	+ 0,5	78	764,45	− 0,9	80	765,17	− 2,5	96	+ 0,5	− 2,8	Couvert, brouillard	S. E.
29	765,76	− 3,2	95	765,33	− 0,9	88	765,10	+ 2,2	81	765,57	− 1,0	96	+ 2,2	− 4,0	Beau, brouill. léger.	E. N. E.
30	769,00	− 0,8	94	763,80	+ 3,8	88	768,22	+ 6,2	82	768,85	+ 0,8	95	+ 6,3	− 3,2	Beau, brouillard.	E. S. E.
31	771,10	+ 0,2	94	771,05	+ 5,8	90	770,95	+ 7,2	88	771,79	+ 3,5	95	+ 7,2	− 1,5	Trouble, brouillard.	S. E.
1	741,13	+ 0,3	92	740,80	+ 1,7	89	742,90	+ 2,6	88	740,37	+ 1,2	94	+ 3,1	− 0,8	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	756,25	+ 7,4	93	756,59	+ 9,2	84	756,68	+ 8,9	84	758,23	+ 7,2	93	+ 9,5	+ 5,5	Moyenn. du 11 au 20	Terrasse, 5,264
3	770,97	+ 0,4	88	770,63	+ 2,2	83	770,13	+ 2,8	79	770,31	+ 0,1	91	+ 3,0	− 1,2	Moyenn. du 21 au 31.	Cour, 6,088
	756,60	+ 2,6	91	756,48	+ 4,3	85	756,36	+ 4,7	84	756,79	+ 2,7	93	+ 5,1	+ 1,1	Moyennes du mois, + 3,1.	

Lettre à *M.* Berthollet *sur l'État magnétique des corps qui transmettent un courant d'électricité.*

Par Mr J. Berzelius.

Je me suis occupé de quelques expériences pour vérifier la belle découverte de M. Œrsted, relative à l'influence exercée sur l'aiguille aimantée par un fil de métal qui décharge la pile voltaïque. C'est une chose extrêmement intéressante de voir l'électricité, la lumière, le calorique et enfin le magnétisme, se produire en même temps et par une même cause. Serait-il un jour possible de démêler ce que c'est que tous ces phénomènes ?

Il y a quelque chose de mystérieux dans les expositions que l'on a faites des phénomènes magnétiques d'un fil conducteur : cependant ces phénomènes sont très-faciles à concevoir lorsqu'on étudie l'état magnétique du conducteur ; étude qui a été l'objet de quelques-unes de mes expériences dont je vais vous communiquer le résultat.

Il est connu que les corps qui possèdent la vertu magnétique sont dans un état de polarité qui généralement suit la longueur du corps ; mais comment concevoir cela dans un fil mince, magnétique dans le sens de sa largeur, et qui paraît changer de polarité suivant que l'aiguille aimantée se trouve au-dessus ou au-dessous de lui ?

Dans le voisinage d'un fil conducteur magnétique, l'aiguille aimantée se trouve sous l'influence de deux forces : celle du fil devenu magnétique et celle du magnétisme

de la terre ; la direction qu'elle prend devient donc le résultat de l'action commune de ces deux forces. M. OErsted a fait voir que la direction ordinaire de l'aiguille aimantée reste sans altération lorsque le fil conducteur fait un angle droit avec l'axe de l'aiguille : c'est que, dans ce moment, le magnétisme du courant et celui de la terre agissent dans le même sens : l'aiguille aimantée prendrait toujours cette position relativement au conducteur si le magnétisme de la terre n'existait pas. Il s'ensuit donc que la tension ou la polarité magnétique fait des angles droits avec la direction du courant électrique.

Les expériences suivantes ont été faites avec une seule paire de zinc et de cuivre. La plaque de zinc était un carré de 12 pouces de côté, qui plongeait dans une auge de cuivre, large d'un pouce. Pour conducteur humide, je me suis servi d'un mélange de 60 parties d'eau avec 1 p. d'acide sulfurique. Le fil conducteur fit dévier l'aiguille aimantée de 25 degrés de chaque côté.

J'ai substitué au fil une feuille très-mince d'étain laminé de 8 pouces de longueur sur 2 p. de largeur, dont j'ai marqué le milieu par un trait longitudinal. J'ai étendu cette feuille dans la direction du méridien et dans un plan vertical à l'horizon. Auprès de cette feuille j'ai placé mon aiguille aimantée, suspendue sur un pivot que je pouvais hausser et baisser à volonté sans donner du mouvement à l'aiguille. J'ai ensuite examiné ce qui se passait dans l'aiguille lorsque je liais le zinc et le cuivre au moyen de cette feuille. Descendue vers le bord inférieur de la feuille d'étain, l'aiguille fut repoussée à 20 degrés du méridien magnétique. En la faisant remonter doucement vers le bord supérieur, cette décli-

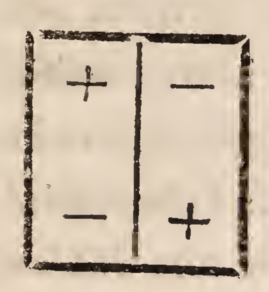
naison diminua jusqu'à ce que l'aiguille eut repris sa première position parallèle au méridien magnétique. Elle était alors dans le même plan horizontal que la ligne du milieu de la feuille : mais l'aiguille panchait, comme cela avait aussi lieu dans les expériences de M. Œrsted lorsque l'aiguille aimantée se trouvait dans le même plan horizontal avec le fil conducteur. En faisant remonter l'aiguille vers le bord supérieur de la feuille, elle en fut attirée jusqu'à ce qu'elle déclina 20° de l'autre côté du méridien magnétique; au-delà des bords de la feuille la déclinaison diminua assez promptement. Je détachai à moitié un morceau du bord supérieur de la feuille, et je le tournai en haut, de manière à former un point qui s'élevait un demi-pouce au-dessus du bord. Je fis ensuite remonter l'aiguille, ayant l'un de ses poles près de ce point. La déclinaison que l'aiguille montrait au bord, se conservait aussi long-temps qu'elle se trouvait près du morceau relevé; elle était visiblement moindre à la même distance du bord uni. J'ai ensuite fait passer le courant électrique par un carré d'étain laminé, dans la direction de deux angles opposés. En examinant, au moyen de l'aiguille, l'état magnétique de ce carré, il se trouvait que les deux autres angles opposés étaient devenus polaires, et que la plus grande déclinaison eut lieu aux deux pointes. Plus on fait le carré grand, plus l'intensité magnétique diminue; mais c'est toujours dans les points opposés les plus reculés du conducteur que la déclinaison est à son *maximum* : circonstance qui prouve que la polarité magnétique du courant cherche les extrémités opposées, tout comme cela a lieu dans la polarité électrique et dans celle des aimans artificiels.

Tous ces phénomènes auraient eu lieu si je me fusse servi, au lieu de la feuille d'étain, d'un aimant artificiel mince et plus large que long. Mais la feuille présentait encore un phénomène que l'aimant n'aurait pas produit : c'est que les mêmes effets se passèrent au même degré de l'autre côté de la feuille : le bord supérieur, qui, du côté de l'est, attira le pole austral, le repoussa du côté de l'ouest. L'aimant ordinaire aurait attiré le même pole des deux côtés. Les phénomènes magnétiques de la feuille se passent donc comme si l'on avait appliqué l'un contre l'autre et en sens inverse, deux aimans très-minces et également forts.

J'ai répété l'expérience avec la feuille d'étain en rendant sa largeur parallèle à l'horizon, et en gardant toujours la direction parallèle au méridien magnétique. Dans cette position, elle agissait sur l'aiguille absolument comme un fil. La déclinaison de l'aiguille était à son *maximum* lorsque son centre de rotation se trouvait au milieu de la feuille. Il est évident qu'une aiguille qui se meut dans un plan horizontal ne saura marquer aucune ligne de culmination magnétique sur une surface horizontale; mais en mettant en équilibre une aiguille qui se meut dans un plan vertical, et en la faisant passer dessous la surface magnétique d'un côté à l'autre, on trouve que l'aiguille aimantée reste en équilibre au milieu de la surface, et que les bords attirent et repoussent chacun son pole.

Par ces expériences, nous concevons quel doit être l'état magnétique d'un parallélipipède métallique, par lequel passe le courant électrique. Chacune de ses arêtes est un pole magnétique dont la largeur est égale à la

longueur du parallélipipède, ou plus exactement à la dimension du parallélipipède que le courant parcourt; les arêtes diamétralement opposés contiennent la même espèce de polarité, tandis que celles qui terminent la même face contiennent une polarité opposée. On peut donc représenter l'état magnétique intérieur sur la coupe transversale du conducteur, par celui de deux aimans appliqués par leurs poles opposés l'un contre l'autre, à-peu-près comme la figure ci-après le représente.



Il paraît que chacune des deux électricités doit être représentée par son aimant, et que chacune a son pole magnétique analogue tourné vers le même côté par rapport à sa direction.

Si au parallélipipède on substitue un cylindre, l'état magnétique de celui-ci sera le même; mais les phénomènes magnétiques seront plus difficiles à examiner sous cette forme : c'est cependant celle avec laquelle on les a jusqu'ici étudiés.

Il me parut probable qu'un cube par lequel passe un courant électrique pouvait présenter quelque distribution magnétique particulière; mais en rendant un des arêtes d'un cube métallique parallèle au méridien magnétique, et en faisant passer un courant électrique dans cette direction par le cube, j'ai trouvé qu'une aiguille aimantée placée au-dessous de la surface inférieure a décliné comme à l'ordinaire : preuve que le cube

n'est sous ce rapport qu'un parallélipipède très-court.

L'exposition que je viens de donner explique tous les phénomènes magnétiques du courant électrique observés jusqu'à présent, et laisse prévoir tous ceux dont le corps conducteur pendant cet état est susceptible. Il est évident que les phénomènes du magnétisme ordinaire diffèrent de ceux du courant en ce que, dans ces derniers, il y a une polarité double et inverse, tandis que, dans les aimans ordinaires, il n'y a que polarité simple; et bien que l'on puisse imiter artificiellement la polarité magnétique double, nous ne connaissons point encore un moyen d'imiter par l'électricité la polarité magnétique simple. Il y a donc une différence bien établie entre ces deux états de polarisation magnétique, de manière qu'on ne peut pas attribuer les phénomènes magnétiques des aimans ordinaires, c'est-à-dire, d'une polarité simple, à un courant électrique qui les traverserait continuellement dans un sens perpendiculaire à leur axe de polarisation, comme M. Ampère vient de le conjecturer. Quelques savans prétendent que notre globe a quatre poles magnétiques; mais si cela est ainsi, les poles homologues sont tournés du même côté, de manière que l'on peut les considérer comme un seul interrompu par une substance non magnétique.

M. Œrsted a eu recours à une hypothèse ingénieuse à la vérité, mais fort improbable, savoir, que les phénomènes magnétiques du courant doivent leur origine à un mouvement en hélices des deux électricités, dont l'une détermine la position de l'aiguille au-dessus, et l'autre au-dessous du fil conducteur. La po-

larité magnétique double du conducteur me paraît être une explication bien plus simple et plus vraisemblable.

Lettre *de M.* Ampère *à M.* Arago.

« Monsieur et cher ami,

» Je pense que vous vous proposez de publier, dans les *Annales de Chimie et de Physique*, la lettre de M. Berzelius à M. Berthollet, qui a été communiquée à l'Académie, dans la séance du 8 janvier 1821. Le nom seul de l'auteur de cette lettre suffirait pour faire desirer à tous ceux qui s'intéressent aux progrès des sciences, de connaître ce que pense cet illustre chimiste de l'action entre les conducteurs voltaïques et les aimans découverte par M. Œrsted. M. Berzelius l'a écrite avant qu'il pût avoir aucune connaissance de celle dont j'ai reconnu l'existence, au mois de septembre dernier, entre deux conducteurs voltaïques, et des conséquences que j'en ai tirées relativement à l'identité des fluides électriques et magnétiques; les expériences qu'il y décrit sont une suite immédiate de la théorie fondée sur cette identité, et je crois utile aux progrès de cette branche de la physique de vous faire part des réflexions que m'a suggérées la lecture qui en a été faite à l'Académie, pour que vous puissiez aussi les insérer dans les *Annales*, si vous jugez qu'elles soient dignes d'y paraître.

» Les observations de M. Berzelius sur la cause pour laquelle M. Œrsted n'avait obtenu dans ses expériences qu'une déviation toujours moindre qu'un angle droit,

ne peuvent laisser aucun doute sur ce que cette cause ne soit dans l'action du globe terrestre, qui se combinait, dans ces expériences, avec celle du conducteur voltaïque, et je n'en parlerai ici que pour vous rappeler que, dans la séance de l'Académie du 25 septembre 1820, j'ai montré la même chose, par une expérience directe, à l'aide de l'instrument représenté dans la planche 4 du tome XV des *Annales de Chimie* : l'aiguille aimantée de cet instrument ne pouvant se mouvoir qu'en tournant dans un plan perpendiculaire à l'aiguille d'inclinaison, l'action du globe terrestre ne tendait plus à lui donner aucune direction déterminée, et il fut constaté, dans cette séance, que quand le conducteur voltaïque agissait sur elle, elle se plaçait constamment dans une direction perpendiculaire à la sienne.

» M. Berzelius a examiné les effets que produit sur l'aiguille aimantée une feuille très-mince d'étain laminée, située dans le plan du méridien magnétique, et dont la largeur était, dans ses expériences, de deux pouces. Quand cette feuille communique avec les deux extrémités de la pile, il doit s'y former, dans le sens de sa longueur et suivant des lignes horizontales, une série de courans électriques; ceux de ces courans qui se trouvent au-dessus du plan horizontal menés par le point de suspension de l'aiguille aimantée soumise à l'action de la feuille d'étain, doivent, d'après la théorie, faire tourner l'aiguille dans un sens, tandis que ceux qui se trouvent au-dessous du même plan doivent la faire tourner en sens contraire; d'où il suit, comme l'a observé M. Berzelius, que le *maximum* d'action a lieu dans le premier cas quand l'aiguille est de niveau avec le bord inférieur de la feuille d'étain, et

dans le second quand elle l'est avec son bord supérieur, puisque ce n'est qu'alors que tous les courans agissent dans le même sens sur l'aiguille à la moindre distance possible. Lorsque l'aiguille est plus haut que le bord supérieur de la feuille d'étain, ou plus bas que son bord inférieur, tous les courans agissent encore dans le même sens, mais l'augmentation de la distance diminue l'intensité de leur action sur l'aiguille; quand celle-ci est à une hauteur plus grande que celle du bord inférieur, et plus petite que celle du bord supérieur, une partie des courans agit dans un sens, et l'autre dans le sens contraire : l'effet n'est produit que par la différence de leurs actions; il est donc nécessairement moindre que dans les cas où ils agissent tous dans le même sens : quand l'aiguille répond au milieu de la largeur de la feuille d'étain, cette différence devient nulle, et l'action des courans électriques pour faire tourner l'aiguille dans le plan horizontal qui passe par son centre de gravité l'étant par conséquent aussi, cette aiguille revient par l'action terrestre dans un plan parallèle au méridien magnétique; mais si ces extrémités peuvent alors s'élever ou s'abaisser dans ce plan, elle s'incline en s'approchant de la situation verticale où elle aurait son pole austral à gauche des courans électriques de la feuille d'étain; elle se placerait même dans cette situation verticale sans l'action de la pesanteur qui l'en empêche, lorsque l'aiguille est suspendue comme elle l'est ordinairement, parce que son centre de gravité se trouvant au-dessous du point de suspension, la pesanteur tend à ramener l'aiguille dans le sens horizontal. Cette sorte d'inclinaison, produite par un conducteur voltaïque dans une

aiguille aimantée qui lui est parallèle, et situé dans un même plan horizontal, observée par M. Œrsted, est le même fait que la déviation de cette aiguille, quand elle est placée au-dessus ou au-dessous d'un conducteur horizontal parallèle au méridien magnétique, ainsi que je l'ai fait voir dans mon premier Mémoire sur ces phénomènes, lorsque, dès le 18 septembre dernier, j'ai réuni ces deux cas sous cet énoncé général :

« Lorsqu'un aimant et un conducteur agissent l'un sur » l'autre, et que l'un d'eux étant fixe, l'autre ne peut que » tourner dans un plan perpendiculaire à la plus courte » distance du conducteur et de l'axe de l'aimant, celui » qui est mobile tend à se mouvoir, de manière que les » directions du conducteur et de l'axe de l'aimant for- » ment un angle droit, et que le pole de l'aimant qui » regarde actuellement le nord (le pole austral) soit à » gauche du courant électrique (1). » Il est aisé de voir en effet, que quand l'aiguille aimantée est au-dessus ou au-dessous du conducteur, la ligne qui mesure leur plus courte distance est verticale, en sorte que l'aiguille tend, d'après cette règle générale, à tourner dans un plan horizontal, tandis que quand l'aiguille est à côté du conducteur et de niveau avec lui, la ligne qui mesure la plus courte distance est horizontale, et que l'aiguille tend, d'après la même règle, à tourner dans un plan vertical.

» Les deux expériences que M. Berzelius rapporte ensuite dans sa lettre rentrent dans celle dont je viens de parler ; mais elles n'en sont pas moins intéressantes pour les physiciens, en prouvant que quelle que soit la forme du contour d'une feuille métallique qui fait partie d'un cir-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XV, p. 197.

cuit voltaïque, il s'établit dans tous les points de cette feuille des courans électriques dirigés de l'extrémité positive de la pile à son extrémité négative. Les courans doivent, d'après la théorie, être disposés dans la première de ces deux expériences, comme on le voit fig. 1, et dans la seconde, comme on le voit fig. 2; il est aisé d'en conclure l'action qu'ils doivent exercer sur l'aiguille aimantée, et cette action se trouve être précisément celle que M. Berzelius a observée.

» L'auteur insiste sur ce que, dans cette dernière expérience où la feuille d'étain a la forme d'un carré *ACBD* (*fig.* 2) qui communique avec la pile par les angles *A*, *B*, le *maximum* de déviation de l'aiguille aimantée a lieu quand elle est dans un des deux plans horizontaux qui passent par les angles *C*, *D*; mais il est évident que cela ne peut être autrement, quelle que soit la cause du phénomène, puisque ce n'est qu'alors que les courans électriques se trouvent, à la plus petite distance possible, tous au-dessus ou tous au-dessous de l'aiguille.

» M. Berzelius remarque ensuite avec raison que tous ces phénomènes auraient eu lieu s'il se fût servi, au lieu de la feuille d'étain, d'un aimant artificiel mince et plus large que long; mais que la feuille présente encore un phénomène que l'aimant n'aurait pas produit, c'est que le bord supérieur de la feuille fait toujours tourner l'aiguille du même côté, soit qu'on la place à l'est ou à l'ouest de ce bord dans le plan horizontal où il se trouve, tandis qu'un aimant mince et plus large que long, tel que celui qui est représenté dans la fig. 14, en en supposant les poles en *C* et *D*, fait, dans les mêmes circonstances, tourner dans un sens l'aiguille ai-

mantée lorsqu'elle est à l'est de cet aimant, et dans le sens opposé lorsqu'elle est à l'ouest.

» Rien ne peut mieux que cette observation confirmer ce que j'ai dit sur la disposition des courans électriques des aimans auxquels sont dues toutes leurs propriétés.

» En effet, la feuille d'étain *AB* (fig. 3), communiquant en *A* et en *B* avec les deux extrémités de la pile, est un système de courans horizontaux qui se trouvant tous, dans cette expérience, plus bas que l'aiguille aimantée, la font mouvoir toujours dans le même sens, et comme le ferait un conducteur unique placé au-dessous d'elle; mais l'aimant *AB* (fig. 4) que M. Berzelius suppose qu'on substitue à cette feuille, est un assemblage de deux systèmes de courans, l'un formé des courans qui se trouvent du côté de l'aimant qu'on voit en avant dans la figure, et qui vont, par exemple, de *A* en *B*, l'autre des courans qui reviennent de *B* en *A* de l'autre côté de l'aimant, c'est-à-dire derrière lui lorsqu'on le regarde comme il est représenté dans la figure. Lorsqu'on place l'aiguille aimantée dans un plan horizontal passant par le bord supérieur *EF* de cet aimant, tantôt à l'est, tantôt à l'ouest, elle prend la direction que tend à lui donner celui de ces deux systèmes de courans qui en est à une moindre distance, et comme leurs directions sont opposées, ils tendent à la faire tourner dans des sens qui sont aussi opposés l'un à l'autre; quand l'aiguille est à l'est de l'aimant c'est celui de ces systèmes de courans dont elle est le plus près qui détermine le sens de son mouvement; quand elle est à l'ouest

elle est plus près de l'autre, et se meut par conséquent en sens contraire.

» Il ne faut pas perdre de vue que j'ai établi sur un grand nombre de faits que ce n'est point sur les poles des aimans, mais sur les courans électriques qui ont lieu dans des plans perpendiculaires à leurs axes, que s'exerce l'action des courans électriques, soit d'un conducteur voltaïque, soit d'un autre aimant, et que cette action tend uniquement à amener les premiers dans des situations parallèles aux seconds, de manière qu'ils soient dirigés dans le même sens que ces derniers; on voit par là qu'un seul système de courans, comme celui de la feuille d'étain, par exemple, doit toujours faire tourner du même côté l'aiguille aimantée qu'on place auprès de lui dans le plan horizontal passant par son bord supérieur, soit qu'elle soit à l'est ou à l'ouest de ce bord, et qu'il faut deux systèmes de courans dirigés en sens contraire sur les deux côtés opposés de l'aimant dont parle M. Berzelius, pour que cet aimant fasse mouvoir l'aiguille en deux sens contraires, suivant qu'elle en est à l'est ou à l'ouest, comme il la fait mouvoir en effet dans l'expérience décrite par ce grand physicien.

» Il suppose cependant que c'est dans la feuille d'étain que se trouve ce qu'il appelle une double polarisation, et que la polarisation est simple dans un aimant; il s'appuie sur cette donnée de l'expérience : si l'on place contre l'aimant, qu'il compare à la lame d'étain, un autre aimant pareil au premier, de manière qu'ils se touchent par toute l'étendue de l'une de leurs plus grandes faces, telle qu'est la face *GHIK* (fig. 4), et que les poles d'espèces opposées se trouvent du même côté

dans les deux aimans, de manière que l'un ait en bas, par exemple, son pole austral et l'autre son pole boréal, l'assemblage de ces deux aimans agira sur l'aiguille comme la feuille d'étain; mais cela est aussi une suite nécessaire de la théorie que j'ai exposée dans le tome XV des *Annales de Chimie et de Physique*; car il y a alors quatre systèmes de courans, deux dans chaque aimant. Ceux de ces systèmes qui se trouvent dans chaque aimant du côté de la face par laquelle ils se touchent sont alors dans le même sens, et ceux qui se trouvent du côté opposé ont lieu dans l'autre sens, l'un de ceux-ci se trouvant toujours plus près de l'aiguille que ne le sont les premiers, c'est leur action qui est toujours prépondérante; et par conséquent, soit qu'on place à l'est ou à l'ouest de ces deux aimans l'aiguille qu'on suppose toujours dans le plan horizontal passant par leur bord supérieur, elle prendra dans les deux cas la même direction comme lorsqu'elle est mue par le système unique des courans électriques de la feuille d'étain.

» M. Berzelius ajoute que, quoiqu'on puisse imiter avec la pile voltaïque ce qu'il appelle la *polarité double*, on ne peut imiter ce qui a lieu dans les aimans, et qu'il nomme *polarité simple*; c'est là l'unique objection qu'il oppose à la manière dont j'ai expliqué l'action mutuelle d'un aimant et d'un conducteur, découverte par M. Œrsted, et celle de deux conducteurs que j'ai observée le premier. Mais cette imitation parfaite de tous les phénomènes que présente un aimant est précisément ce que j'ai obtenu à l'aide de l'instrument décrit dans le tome XV des *Annales de Chimie et de Physique*, et représenté dans les planches qui y sont jointes (pl. 2, fig. 3),

au moyen d'un fil métallique qu'on met en communication avec les deux poles de la pile, et dont une partie est renfermée dans un tube de verre et l'autre est pliée en hélice autour de ce tube. D'après les lois mathématiques de l'action qu'exercent les conducteurs voltaïques, celle de la partie pliée en hélice se compose de deux autres, dont l'une est égale à celle que produirait un conducteur rectiligne placé dans l'axe de l'hélice et de même longueur que cet axe, et l'autre à celle qui résulterait d'autant de courans électriques circulaires dans des plans perpendiculaires à cet axe que l'hélice a de spires. La première action est détruite par l'action égale et opposée de la partie du conducteur enfermée dans le tube, en sorte qu'il ne reste que celle des courans circulaires parfaitement identique, comme le prouve l'expérience, à celle d'un aimant qu'on substituerait simplement à ce tube; identité qui se vérifie, soit en suspendant le tube comme l'aiguille d'une boussole, et le soumettant à l'action d'un aimant ou d'un fil conducteur, soit en se servant, au contraire, de ce tube comme d'un barreau aimanté, pour étudier son action sur l'aiguille.

» C'est cette expérience qui montre d'une manière plus directe l'identité des fluides électriques et magnétiques; elle répond en même temps à toutes les objections qui m'ont été faites sur ce qu'en supposant l'aimant composé, comme je l'ai dit, de courans électriques, il n'en résulterait pas tous les phénomènes que présentent les aimans; mais ce n'est pas seulement sur elle que j'établis cette identité; tous les faits que j'ai observés depuis six mois, et vos découvertes sur l'aiman-

tation de l'acier par l'électricité produite, soit par une pile voltaïque, soit par une machine électrique ordinaire, s'accordent à prouver la vérité de la théorie qui range tous les phénomènes de l'aimant parmi les phénomènes purement électriques, et je ne doute pas que cette théorie ne fût bientôt généralement adoptée si, au lieu de se borner à examiner l'action mutuelle des conducteurs voltaïques sur les aimans, on s'occupait avec le même soin de l'action que deux fils conducteurs exercent l'un sur l'autre, et de celle du globe terrestre sur un conducteur. En multipliant et variant les expériences sur ce sujet, on observe, à chaque instant, des effets dont on ne peut se rendre raison qu'en partant de la théorie que j'ai donnée de ces phénomènes, et qui en découlent si immédiatement qu'elle aurait pu servir à les prévoir d'avance. Ces expériences n'exigent, au reste, qu'un appareil voltaïque d'une force moyenne; j'ai fait toutes les miennes avec une pile formée de douze plaques de zinc d'un pied carré, plongeant dans le liquide acide indiqué par M. OErsted, de manière que la surface totale de ces plaques en contact avec l'eau acidulée renfermée dans des vases de cuivre d'un pied de hauteur et d'un pied de longueur sur une largeur de huit ou dix lignes, était de plus de vingt pieds carrés.

» Les observations que vous venez de lire, M. et cher ami, ne m'ont été inspirées que par le desir d'indiquer aux savans qui mettraient à la question de l'identité des fluides électriques et magnétiques l'importance dont je crois que cette question est pour les progrès de la physique, quelques-uns des motifs qui me portent à regarder cette identité comme démontrée. Bien

loin d'avoir eu l'idée de combattre l'illustre auteur de tant de découvertes dans les diverses branches des sciences chimiques et physiques, c'est à M. Berzelius lui-même que je soumets les remarques que m'a suggérées la lecture de la lettre qu'il a écrite à M. le comte Berthollet. Je serais trop heureux si elles ne lui paraissaient pas indignes de son suffrage. »

MÉMOIRE

Sur l'Ecoulement uniforme de l'air atmosphérique et du gaz hydrogène carboné, dans des tuyaux de conduite.

PAR Mr P.-S. GIRARD.

(Lu à l'Académie des Sciences le 12 juillet 1819.)

IL a été publié, en 1817, dans le *Journal des Sciences et des Arts de l'Institution royale de Londres*, quelques expériences sur l'écoulement de plusieurs fluides aériformes par des tubes capillaires de verre (1).

M. Faraday, auquel ces expériences sont dues, rapporte qu'il condensa successivement différens gaz dans un réservoir de cuivre et sous la même pression de quatre atmosphères ; que les ayant ensuite laissé écouler librement au moyen d'un tube de thermomètre de 508 mil-

---

(1) *Voyez* aussi *Annales de Chimie et de Physique*, tome V, page 298.

limètres de longueur qui était adapté à ce réservoir, il observa que la quantité de chacun de ces gaz qui s'écoulait jusqu'à ce que celui du réservoir passât de son premier état de pression à la pression d'une atmosphère $\frac{1}{4}$, était dépensée en des temps différens, qui lui parurent augmenter à proportion de la pesanteur spécifique du gaz que l'on avait soumis à l'épreuve.

Ainsi, par exemple, la durée de l'écoulement du gaz acide carbonique fut de 156 secondes $\frac{1}{2}$;

Celle de l'air atmosphérique de 128″;

Et celle du gaz hydrogène carboné de 100″.

M. Faraday conclut de ses expériences et des différens degrés de résistance que les aubes d'une petite roue éprouvent à se mouvoir dans différens fluides aériformes, que les mobilités relatives de ces gaz sont en raison inverse de leurs pesanteurs spécifiques; il ajoute cependant que ce rapport cesse de se manifester quand l'écoulement des gaz n'a lieu qu'en vertu de faibles pressions, ou qu'on diminue le diamètre du tube par lequel ils s'écoulent; de sorte qu'alors le gaz acide carbonique, par exemple, s'échappe plus promptement que des gaz beaucoup plus légers.

M. Faraday, dans un Mémoire plus récent (1), a rendu compte de quelques autres observations, d'où il a conclu que la pesanteur spécifique du gaz n'exerçait aucune influence constante sur les phénomènes de leur écoulement par des tubes capillaires. Ainsi, sous une même pression, 7 pouces cubiques de gaz oxide de

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. X, p. 388.

carbone se sont écoulés en 4 min. $\frac{6}{10}$. Tandis que le même volume de gaz oléfiant, dont la pesanteur est à très-peu près la même, s'est écoulé à travers le même tube en en 3 min. $\frac{3}{10}$ seulement, et qu'un même volume de gaz oxigène, dans les mêmes circonstances, a exigé pour son écoulement 5 min. $\frac{45}{100}$.

Quelque attention qu'on appporte à l'examen des expériences de M. Faraday, il est impossible d'en déduire la loi de l'écoulement des différens gaz par des tubes capillaires, parce que ce physicien n'indique ni le diamètre des tubes dont il s'est servi, ni leur longueur, ni la charge constante en vertu de laquelle s'y est opéré l'écoulement.

Ces expériences néanmoins présentent des faits assez curieux pour mériter d'être répétées en tenant compte de toutes les circonstances qui ont été omises, et particulièrement de la température, laquelle peut influer plus ou moins sur les produits de l'écoulement des fluides aériformes, comme elle influe sur les produits de l'écoulement des liquides incompressibles par les tubes capillaires.

De nouvelles expériences sur le mouvement linéaire des différens gaz serviront enfin à faire reconnaître la cohésion de leurs parties les unes aux autres, et la force avec laquelle ces substances adhèrent suivant leur nature à la matière des tubes dans lesquels ils se meuvent.

En attendant que les recherches des physiciens se portent sur cette importante matière, j'ai cru devoir profiter d'une occasion qui s'est présentée de faire quelques expériences sur l'écoulement de l'air atmosphérique et du gaz hydrogène carboné, par des tuyaux de conduite

d'un diamètre assez fort et d'une longueur considérable.

Ce n'est que par de telles expériences qu'on peut être conduit à connaître les principes d'après lesquels on procédera avec certitude à la meilleure distribution du gaz propre à l'éclairage dans les différens quartiers d'une ville. Ainsi, ces expériences nous promettaient des résultats d'une utilité immédiate, et cette considération seule devait nous porter à les entreprendre.

L'appareil établi d'après les ordres de M. le préfet de la Seine pour l'éclairage de l'hôpital Saint-Louis au moyen du gaz extrait de la houille, nous offrait pour ces expériences toutes les facilités desirables. Il a été mis à notre disposition avec beaucoup de bienveillance, et M. Cagniard-de-Latour, l'un des membres de la Commission chargée de diriger l'établissement de cet appareil, et qui est connu avantageusement depuis long-temps de l'Académie par les travaux intéressans qu'il lui a présentés, ayant bien voulu concourir à ces expériences, nous les avons commencées ensemble au mois de mai dernier, et nous en avons recueilli jusqu'à présent les résultats dont je vais rendre compte.

Le gaz extrait de la houille, dans l'établissement de l'hôpital Saint-Louis, passe, après avoir été lavé, sous un gazomètre dont la section transversale est de $9^m,4968$ superficiels; il y est entretenu à un état de pression équivalent au poids de l'atmosphère, augmenté de celui d'une colonne d'eau de $0^m,03383$ de hauteur; ce qui est indiqué par un manomètre implanté dans la partie supérieure de la cloche.

Le gaz, en vertu de cette pression, passe du réservoir

qui le contient dans un tuyau de conduite de 3 pouces, ou de 81 millimètres de diamètre, lequel, posé à-peu-près horizontalement à 70 centimètres au-dessous du sol, contourne extérieurement le principal corps de bâtiment de l'hôpital Saint-Louis, sur 623 mètres de développement.

Le gazomètre étant mis en charge et ne recevant plus de nouveau gaz, si l'on ouvre la communication établie avec le tuyau de conduite, l'écoulement du fluide commence aussitôt, et continue en vertu de la pression qu'indique le manomètre; pression que l'on a rendue constante, en compensant, au moyen d'une chaîne appropriée, la perte du poids que le gazomètre éprouve à mesure qu'il s'enfonce dans l'eau de la citerne où il est plongé.

La marche du gazomètre, pendant qu'il descend ou qu'il monte, est indiquée par un index sur une échelle graduée et tracée sur l'un des murs du bâtiment.

Le tuyau qui sert à la distribution du gaz peut être ouvert à différens points de sa longueur, pour le laisser échapper; de sorte que la même conduite représente successivement des tuyaux de même diamètre et de longueurs différentes.

L'appareil étant ainsi disposé et toutes les préparations convenables étant achevées, le 11 mai, nous fîmes les trois expériences suivantes, pendant lesquelles la force élastique du gaz hydrogène carboné renfermé sous la cloche, et telle qu'on l'emploie pour l'éclairage, soutenait dans le tube du manomètre une colonne d'eau de $0^{m},03383$ de hauteur.

1re *Expérience.*

La conduite ayant été ouverte à $128^{m},80$ de son origine, le gazomètre est descendu uniformément de 0,1218 en

une minute, comme on s'en est assuré au moyen de trois observations consécutives.

2e *Expérience.*

La conduite ayant été ouverte à 375^{m},80 de son origine, deux observations consécutives donnèrent également pour résultat un abaissement du gazomètre de 0^{m},07103 par minute.

3e *Expérience.*

L'écoulement du gaz ayant lieu dans toute la longueur de la conduite, qui est de 622^{m},80, le gazomètre descendit de 0,05414 en une minute, résultat moyen de deux observations.

Ainsi, par ces trois premières expériences sur l'écoulement du gaz hydrogène carboné sous une pression constante, les longueurs de la conduite étant comme les nombres 1288, 3758, et 6228, les quantités du gaz dépensées sont comme les nombres 1281, 710, et 541, d'où l'on conclut d'abord que toutes les circonstances de l'écoulement étant égales d'ailleurs, ses produits diminuent à mesure que la longueur du tuyau par lequel il s'opère devient plus considérable, ce qui ne peut avoir lieu à moins que ce gaz n'éprouve à se mouvoir certaines résistances disséminées sur toute l'étendue de la paroi intérieure de la conduite, comme on sait que cela arrive en pareil cas dans le mouvement des liquides incompressibles.

Après avoir fait les trois expériences que nous venons de rapporter, nous en entreprîmes de semblables sur l'écoulement de l'air atmosphérique.

En conséquence le 15 mai, le même gazomètre dont nous avons fait usage en fut rempli et convenablement

chargé, pour que la force élastique de cet air fût exactement mesurée par le poids d'une colonne d'eau de 0,03381 de hauteur.

Nous obtînmes les résultats suivans :

4e Expérience.

La longueur de la conduite étant comme la première fois de 128m,80 ; trois observations consécutives, qui ont duré 6 minutes, ont donné pour terme moyen 0m,09023 d'abaissement du gazomètre par minute.

5e Expérience.

Le tuyau ayant 375m,80 de longueur, le gazomètre est descendu de 0,05414 en une minute, terme moyen de 3 observations.

6e Expérience.

L'écoulement du gaz ayant lieu par la conduite entière de 622m,80 de long, le gazomètre est descendu de 0,03947 en une minute, terme moyen de trois observations consécutives qui ont duré 2 minutes chacune.

Par conséquent les longueurs des tuyaux par lesquels s'est écoulé l'air atmosphérique étant entre elles comme les nombres 1288, 3758, et 6228, les produits de l'écoulement ont été comme les nombres 902, 541 et 394. Tandis que, par les mêmes tuyaux et sous la même pression, les produits de l'écoulement du gaz hydrogène avaient été comme les nombres 1281, 710, et 541.

En considérant séparément les résultats de nos expériences sur l'air atmosphérique, on reconnaît encore le décroissement des dépenses à mesure que les longueurs de la conduite s'accroissent.

Ce qui prouve que les deux gaz éprouvent dans leur mouvement une résistance de la même nature.

Comparant ensuite les produits de l'écoulement des deux gaz sous les mêmes pressions, on voit que les dépenses du gaz hydrogène sont beaucoup plus considérables que les dépenses d'air atmosphérique, mais non pas dans le rapport de leurs densités respectives.

Car, en représentant par 1000 la pesanteur spécifique de l'air atmosphérique, celle du gaz hydrogène carboné est, comme on sait, représentée par 555, c'est-à-dire, qu'elle est à-peu-près sous-double, tandis qu'à longueurs de conduites égales, les produits de l'écoulement des deux gaz sont entre elles dans les rapports approximatifs de 135 à 90, de 71 à 57, et de 54 à 37, lesquels diffèrent beaucoup de celui du double au simple.

Il s'agissait maintenant de faire varier le diamètre de la conduite par laquelle l'écoulement du gaz devait avoir lieu.

La plupart des distributions de détail du gaz hydrogène dans les diverses parties de l'hôpital Saint-Louis se font au moyen de canons de fusil de réforme, lesquels ont tous le même diamètre de 7 lignes ou de $0^{m},01579$, et dont les extrémités qui ont été taraudées à cet effet s'ajustent entre elles exactement : on a pu disposer d'un assez grand nombre de ces canons de fusil pour en former différens tuyaux dont la longueur pouvait s'étendre jusjusqu'à 127 mètres.

Et comme la dépense du gaz par cette petite conduite devait être beaucoup moindre que la dépense observée dans les expériences précédentes, on s'est servi, pour la mesurer, d'un gazomètre cylindrique beaucoup

plus petit, et dont le rayon de la base est de 34 centimètres seulement; la charge en ayant été convenablement réglée pour que la force élastique du fluide aériforme qui y était renfermé fût toujours exactement mesurée par le poids d'une colonne d'eau de $0^m,03383$ de hauteur, nous avons fait, le 31 mai, sur l'air atmosphérique les expériences suivantes :

7e *Expérience.*

L'écoulement s'opérant par un tuyau de $36^m,91$ de longueur, à partir de l'origine de la conduite sous le gazomètre, le gazomètre est descendu dans la cuve qui le contenait de $0^m,09585$ en une minute; résultat moyen de trois observations.

8e *Expérience.*

On a ajouté à cette conduite assez de canons de fusil pour en porter la longueur à $55^m,91$, et la descente moyenne du gazomètre, déduite de trois observations, a été trouvée de 0,08459 par minute.

9e *Expérience.*

La longueur du tuyau d'écoulement ayant été portée à $88^m,06$, un pareil nombre d'observations a donné pour résultat moyen $0^m,06541$ d'affaissement du gazomètre par minute.

10e *Expérience.*

Enfin, la longueur de la conduite étant de $111^m,124$, le gazomètre est descendu de 0,05526 en une minute : ce qui a été déduit comme résultat moyen de quatre observations qui ont duré deux minutes chacune.

Le 7 juin, les mêmes expériences, au nombre de qua-

tre, ont été répétées avec les mêmes circonstances, sauf de légères variations dans les longueurs successives du tuyau. Ces expériences ont donné des résultats qui s'accordent parfaitement avec ceux que nous venons de rapporter : ainsi, nous croyons devoir nous borner à indiquer ici ceux des deux expériences suivantes, dans lesquelles la longueur du tuyau a été augmentée et diminuée d'une manière notable.

15e *Expérience.*

A 126m,58 de longueur, l'écoulement de l'air du gazomètre l'a fait descendre de 0m,05075 en une minute.

16e *Expérience.*

Enfin, la longueur du tuyau ayant été réduite à 6m,58, le gazomètre est descendu, dans une minute, de 0m,238.

On voit, en comparant entre eux tous les résultats que nous venons de présenter des expériences faites sur l'écoulement de l'air atmosphérique par des tuyaux de 0m,01579 de diamètre, que les longueurs de ces tuyaux étant entre elles comme les nombres $6,\frac{58}{100}$, 37, 56, 88, 111 et 127, les dépenses des réservoirs sont proportionnelles aux nombres 238, 95, 84, 65, 55 et 50; ce qui confirme ce que nous avions déjà observé.

Après avoir terminé ces expériences sur l'écoulement de l'air atmosphérique, le gazomètre fut rempli de gaz hydrogène carboné, et en faisant varier seulement la longueur du tube par lequel l'écoulement s'opérait, nous obtînmes, sous la même pression de 0,3383, les résultats suivans :

17e *Expérience.*

La longueur du tuyau d'écoulement étant de 37m,53, la descente du gazomètre fut de 0m,12858 en une minute.

18e *Expérience.*

Sous une longueur de tuyaux de 56m,84, le gazomètre descendit, pendant le même intervalle de temps, de 0m,10828.

19e *Expérience.*

La longueur de ce tube ayant été portée à 85m,06, l'affaissement du gazomètre fut, en une minute, de 0,09587.

20e *Expérience.*

Le tuyau ayant 109m,04 de longueur, le gazomètre descendit de 0,07444.

21e *Expérience.*

Enfin, sous une longueur de 126m,58, l'affaissement du gazomètre, en une minute, fut observé de 0,069402.

Les résultats que nous venons d'indiquer sont, comme tous les précédens, des résultats moyens entre trois ou quatre observations faites sur chacune des longueurs de tuyaux auxquelles elles se rapportent.

On en conclut encore que ces longueurs variant entre elles comme les nombres 37, 57, 85, 109 et 127, les dépenses du gaz hydrogène sous la même pression varient comme les nombres 128, 108, 95, 74 et 69; tandis que sous les mêmes longueurs de tuyaux les dépenses du gaz atmosphérique sont comme les nombres 95, 84, 65, 55 et 50, d'où l'on tire cette conséquence que, dans des circonstances tout-à-fait semblables, l'écoulement du gaz hydrogène par des tuyaux de conduite d'un petit diamètre est plus rapide que l'écoulement de l'air atmosphérique, et cela dans un rapport plus grand que celui de leurs densités spécifiques.

Nous résumons par ordre, dans les tables suivantes, les résultats des expériences que nous venons de rapporter.

TABLE N° 1.

Expériences faites sur le gaz hydrogène carboné, le 11 *mai* 1819.

Diamètre de la conduite (3 pouces)......... $=0^m,08121$.
Hauteur de la colonne d'eau dans le manomètre (15) lignes........................... $=0,03383$.
Section transversale du gazomètre........... 9,4968.
Température............................ 16 deg. cent.

Numéros des Expériences.	Longueur du tuyau.	Descente du gazomètre par minute.
1	128,80	0,1218
2	375,80	0,07103
3	622,80	0,05414.

TABLE N° 2.

Expériences faites sur l'air atmosphérique, le 15 *mai.*

Diamètre de la conduite (3 pouces).......... $=0^m,08121$.
Hauteur de la colonne d'eau dans le manomètre 0,03383.
Section transversale du gazomètre........... 9,4961.
Température............................ 16 deg.

Numéros des Expériences.	Longueur du tuyau.	Descente du gazomètre en une minuté.
4	128,80	$0^m,09023$
5	375,80	0,05414
6	622,80	0,03947.

TABLE N° 3.

Expériences faites sur l'air atmosphérique, le 31 mai.

Diamètre de la conduite. . . . . $0^m,01579$.
Hauteur de la colonne d'eau dans le manomètre. . 0,03383.
Section transversale du gazomètre. . . . . 0,3631.
Température . . . . 15 deg.

Numéros des Expériences.	Longueur du tuyau.	Descente du gazomètre en une minute.
7	36,91	0,09585
8	55,91	0,08459
9	88,06	0,06541
10	111,24	0,05526.

TABLE N° 4.

Expériences faites sur l'air atmosphérique, le 7 juin.

Diamètre de la conduite. . . . . $0^m,01579$.
Hauteur de la colonne d'eau dans le manomètre. 0,03383.
Section transversale du gazomètre. . . . . 0,3631.
Température. . . . . 19 deg.

Numéros des Expériences.	Longueur du tuyau.	Descente du gazomètre par minute.
11	$37^m.53$	$0^m,09474$
12	56.84	0,08121
13	85.06	0,06767
14	109.04	0,05414
15	126.58	0,05075
16	6.58	0,23800.

TABLE N° 5.

Expériences faites sur le gaz hydrogène carboné, le 7 juin.

Diamètre de la conduite.................... 0m,01579.
Hauteur de la colonne d'eau dans le manomètre. 0,03383.
Section transversale du gazomètre............ 0,3631.
Température............................ 19 deg.

Numéros des Expériences.	Longueur du tuyau.	Descente du gazomètre par minute.
17	37,53	0,12858
18	56,84	0,10828
19	85,06	0,09587
20	109 04	0,07444
21	126,58	0,06940.

Pour terminer les expériences propres à faire connaître l'influence de la longueur des conduites sur les produits de l'écoulement du gaz, nous avons fait percer, sur la calotte du gazomètre qui était formé d'une feuille de cuivre rouge d'environ 2 millimètres d'épaisseur, un trou rond, précisément du même diamètre que les canons de fusil dont notre conduite était composée; et ayant rempli successivement ce réservoir d'air atmosphérique et de gaz hydrogène carboné, dont la pression était également mesurée par le poids d'une colonne d'eau de 0m,03383 de hauteur, on a obtenu les deux résultats suivans :

Le trou rond percé sur la calotte du gazomètre qui avait été rempli d'air atmosphérique ayant été ouvert,

et la descente du gazomètre étant parvenue à l'uniformité, ce qui a lieu dans un espace de temps très-court, cette cloche est descendue de $0^m,5414$ en une minute.

Nous avons vu qu'en faisant sortir, en vertu de la même pression, l'air atmosphérique par l'extrémité d'une conduite de même diamètre et de 127 mètres de longueur, la descente du gazomètre n'était que de 50 millimètres, c'est-à-dire, environ onze fois moindre dans le même temps.

Le trou pratiqué à la calotte du gazomètre ayant été ouvert lorsqu'il était rempli de gaz hydrogène carboné, cette cloche cylindrique est descendue de 0,7308 en une minute; elle ne descendait que de 0,0694, c'est-à-dire, d'une quantité environ onze fois moindre, lorsque le gaz s'échappait à l'extrémité d'une conduite de 127 mètres de long.

Nous retrouvons au surplus ici, lorsque l'écoulement des deux gaz a lieu par des orifices percés dans une paroi mince, ce que nos expériences sur cet écoulement par de longues conduites nous avait déjà fait connaître, savoir, que la dépense du gaz hydrogène carboné est plus grande que celle de l'air atmosphérique dans un plus grand rapport que l'inverse de leurs densités respectives.

Après cet exposé de toutes les expériences que nous avons faites sur l'écoulement des fluides aériformes par des tuyaux de conduite de différens diamètres, nous allons entrer dans la discussion de ces expériences, et rechercher la théorie qui les explique.

Il est évident d'abord, puisque la dépense du gaz diminue à mesure qu'on allonge les tuyaux dans lesquels il se

ment, que cette diminution de dépense provient de la résistance que le gaz éprouve à se mouvoir contre la paroi intérieure de ces tuyaux, soit que cette résistance doive être attribuée à l'adhérence du gaz à la surface de cette paroi, soit qu'elle doive être attribuée aux aspérités de celle-ci, ou enfin à ces deux causes combinées.

Il est évident en second lieu, puisque l'effet de cette résistance, à quelque cause qu'on l'attribue, se fait sentir sur la masse entière du gaz en mouvement, que les couches concentriques de ce gaz adhèrent les unes aux autres avec une certaine force; d'où il arrive qu'une couche quelconque est ralentie par la couche qui lui est contiguë du côté de la paroi, et accélérée par la couche qui lui est contiguë en allant vers le centre du tuyau.

Et comme on démontre que l'expression de cette adhérence mutuelle des couches fluides les unes aux autres disparaît de la somme des forces rétardatrices dont ces couches sont animées, et qu'il ne reste dans cette expression finale que les résistances qui ont eu lieu à la paroi du tube, il s'ensuit que cette résistance à la paroi est la seule que l'on ait à déterminer.

Il est évident en troisième lieu, puisque le gazomètre descend uniformément pendant l'écoulement des gaz, que ces gaz se meuvent aussi uniformément dans les tubes qu'ils parcourent indépendamment du plus ou moins d'élasticité dont ils peuvent être doués.

Or, ces divers phénomènes du mouvement des gaz sont exactement les mêmes que ceux du mouvement linéaire des liquides incompressibles, d'où il est permis de conclure que les mêmes formules doivent servir à calculer le mouvement des uns et des autres.

Il est même à remarquer que si le mouvement des liquides incompressibles dans des conduites horizontales ou diversement inclinées cesse d'être linéaire lorsque ces conduites ont un certain diamètre, cela tient seulement à ce que les couches supérieures de la masse liquide en mouvement modifient par leur poids la pression qu'éprouvent les couches inférieures, ce qui change la valeur de leur force accélératrice telle qu'on la suppose dans la formule du mouvement linéaire. Mais si la pesanteur spécifique d'un gaz quelconque en mouvement dans un tuyau horizontal d'un diamètre fini, est assez petite pour que les couches inférieures de ce gaz n'éprouvent qu'une pression insensible de la part des couches supérieures également renfermées dans ce tube, les unes et les autres resteront toutes animées de la même force accélératrice, et les formules du mouvement linéaire, qui cessent d'être rigoureusement applicables au mouvement des liquides incompressibles lorsque les tuyaux ne sont pas très-petits, peuvent à la rigueur s'appliquer encore au mouvement des gaz d'une grande légèreté spécifique, quel que soit le diamètre des tuyaux dans lesquels ils se meuvent.

Cela posé, recherchons les forces accélératrices et retardatrices dont les momens se compensent lorsque l'écoulement du gaz est devenu uniforme.

La pression qu'éprouve le gaz à son entrée dans la conduite est égale au poids de l'atmosphère augmenté de celui de la colonne d'eau soutenue dans le manomètre.

La pression que le gaz éprouve à la sortie du tube est égale au poids de l'atmosphère seulement.

Or, la différence de ces pressions, c'est-à-dire, le poids de la colonne d'eau soutenue dans le manomètre

est évidemment la seule force accélératrice qui produise le mouvement du gaz.

Que l'on transforme maintenant cette colonne d'eau en une colonne de liquide incompressible, du même poids, mais d'une pesanteur spécifique égale à celle du gaz en mouvement, il est clair que, sans avoir altéré la pression qui s'exerce sur un gaz, on aura ramené le système au cas où le fluide en mouvement dans le tube soutient la charge verticale d'une certaine hauteur de ce même fluide, ce qui est précisément le cas exprimé par les formules du mouvement linéaire des liquides incompressibles.

Nommant donc h la hauteur de l'eau dans le manomètre, p sa pesanteur spécifique, p' celle du fluide aériforme en mouvement dans le tube, on aura, pour la hauteur de la colonne de liquide de même densité que le gaz, et qui aurait le même poids que la colonne d'eau du manomètre,

$$\frac{hp}{p'},$$

Ainsi, en appelant g la gravité et l la longueur du tuyau, la force accélératrice dont le gaz est animé dans le tube sera comme on sait :

$$\frac{ghp}{p'l}.$$

Enfin, D étant le diamètre du tube et π le rapport de la circonférence au diamètre, on aura pour le moment de la force accélératrice du gaz contenu dans le tube :

$$\frac{ghp}{p'l} \times \frac{\pi D^2 l}{4}.$$

Quant au moment de la force retardatrice, son expression

générale est, comme on sait, $\pi D l (au + bu^2)$, dans laquelle u représente la vitesse uniforme du fluide, et a et b deux coefficients constants à déterminer par l'expérience.

Ainsi, l'on a :

$$\frac{g D h p}{4 p' l} = au + bu^2;$$

équation de laquelle il faut déduire, au moyen de nos observations, les valeurs de a et de b, quantités dont la première a exprime l'adhésion du gaz à la paroi intérieure du tube, ou si cette paroi est susceptible d'être mouillée par ce gaz, l'adhésion des couches gazeuses les unes aux autres; quant à la seconde b, c'est une quantité numérique dépendante du nombre et de la disposition des aspérités dont la paroi intérieure du tuyau peut être recouverte.

En appliquant cette formule aux observations rapportées dans les tableaux qui précèdent, on trouve pour les coefficiens a et b, des valeurs très-différentes les unes des autres, soit qu'on combine entre elles les expériences faites sur l'écoulement du gaz hydrogène carburé, soit que l'on combine celles qui ont été faites sur l'écoulement de l'air atmosphérique, d'où il suit que la formule générale

$$\frac{g D h p}{4 p l'} = au + bu^2$$

ne peut représenter les phénomènes de l'écoulement uniforme des gaz.

Mais si l'on applique aux mêmes observations la formule plus simple :

$$\frac{g D h p}{4 p' l} = bu^2,$$

dans laquelle le moment de la force retardatrice est représenté par un seul terme proportionnel au carré de la

vitesse, on déduit des expériences n°s 1, 2 et 3, faites sur le gaz hydrogène carboné, trois valeurs de *b* très-peu différentes, dont la moyenne = 0,002228; on déduit de même des expériences n°s 4, 5 et 6 faites sur l'air atmosphérique dans les mêmes tuyaux, trois autres valeurs de *b* presque identiques, dont la moyenne = 0,002247.

Appliquant encore la même formule aux observations faites sur l'écoulement des mêmes gaz, par des canons de fusil ajustés bout à bout, on en déduit pour le gaz hydrogène une valeur moyenne de *b* = 0,00326, et pour l'air atmosphérique une valeur moyenne de *b* = 0,00323.

Ainsi, nous retrouvons entre les coefficiens de la seconde puissance de la vitesse du gaz hydrogène et de l'air atmosphérique, quand ils se meuvent uniformément dans un tuyau de 0^m,016 de diamètre, l'identité que nous avions observée quand ces deux fluides se meuvent dans une conduite de 0^m,081; mais avec cette circonstance remarquable, que les coefficiens qui sont les mêmes pour le même tuyau ont des valeurs différentes pour des tuyaux différens.

Pour la grande conduite, par exemple, le coefficient *b* est sensiblement représenté par le nombre 0^m,00223, tandis que, pour la petite, il est représenté par le nombre 0^m,00325.

Cette différence tient à plusieurs causes qu'il est aisé de désigner : la première cause est le degré de poli plus ou moins parfait de la surface intérieure des tuyaux par lesquels l'écoulement s'opère.

Or, la grande conduite de fonte de fer qui contourne les bâtimens de l'hôpital Saint-Louis, est en place depuis près de deux ans, et depuis cette époque, étant

journellement employée pour la distribution de gaz, elle s'est couverte intérieurement d'un enduit résineux qui a rempli toutes les petites cavités de sa surface et les inégalités occasionées par les racordemens des joints; le gaz et l'air atmosphérique se meuvent donc dans cette conduite sur une surface qui a acquis un grand degré de poli, et avec laquelle il est possible que les fluides aériformes mis à l'épreuve ne contractent aucune adhérence.

Il n'en est pas de même de la petite conduite. Les canons de fusil dont elle est formée n'ont point encore servi à la distribution du gaz, ils sont recouverts intérieurement d'une petite couche d'oxide de fer, dont la surface est plus ou moins raboteuse, et avec laquelle les gaz adhèrent peut-être plus ou moins fortement. De plus, les extrémités de ces canons de fusil qui ont été taraudés pour être joints les uns aux autres, laissent à découvert, après leur jonction, une petite partie du pas de vis qu'ils portent, ce qui forme à ces jonctions une espèce de lime annulaire contre laquelle le frottement du gaz s'exerce; cette résistance se multiplie comme le nombre de canons de fusil, dont la conduite peut être composée; la valeur du coefficient b, lorsqu'on la déduit d'expériences faites sur la petite conduite, doit donc être nécessairement augmentée.

Cette première cause de la différence entre cette valeur et celle que nous avons conclue de nos observations sur la conduite du plus grand diamètre, peut être facilement saisie à la simple inspection des appareils qui ont été employés; mais une seconde cause de cette inégalité, quoique plus efficace, exige une plus grande

attention, parce qu'elle est puisée dans la théorie même de cette espèce de mouvement linéaire.

En effet, pour déduire de la formule générale de ce mouvement :

$$\frac{g\,D\,h\,p}{4\,l\,p'\,u\,u} = b,$$

la valeur de b, nous avons pris la vitesse moyenne de l'écoulement; mais ce n'est point cette vitesse moyenne dont le carré doit être multiplié par le coefficient b, c'est la vitesse qui a lieu immédiatement contre la paroi intérieure du tube; et comme cette vitesse de la couche de gaz en contact avec la paroi est nécessairement moindre que la vitesse moyenne de la masse entière en mouvement dans le tube, il s'ensuit, comme nous l'avons déjà fait voir ailleurs, que toutes les fois que le tube n'est pas très-petit, la valeur de b, déduite de la vitesse moyenne de l'écoulement est nécessairement trop faible.

On conçoit facilement encore que plus le diamètre de la conduite diminue, moins il y a de différence entre la vitesse moyenne de toutes les couches concentriques du gaz et la vitesse de la couche qui est immédiatement en contact avec la paroi du tuyau.

Cela posé, il est clair que, pour une conduite d'une substance donnée et d'un certain degré de poli uniforme, la même pression sur la tête de la conduite, c'est-à-dire, la même force accélératrice doit imprimer la même vitesse à la couche gazeuse qui est contiguë à la paroi, quel que soit d'ailleurs le diamètre de cette conduite, puisque cette couche gazeuze qui sert comme d'enveloppe à toutes les autres, est soumise à des forces indépendantes de ce diamètre.

Maintenant, quelle que soit la loi de l'accroissement des vitesses dont sont animées les couches concentriques depuis la paroi de la conduite jusqu'à son centre, on peut toujours regarder la vitesse moyenne de toute la masse de gaz en mouvement, comme égale à la vitesse latérale, augmentée d'une certaine quantité, fonction du diamètre de la conduite, et qui, augmentant avec lui, peut être représentée généralement par une série composée de termes proportionnels aux puissances successives de ce diamètre; de sorte qu'en appelant v la vitesse latérale constante sous une même pression sur une surface de nature déterminée, et u la vitesse moyenne, on aura toujours :

$$u = v + m D + n D^2 + o D^3 + p D^4, \text{ etc.};$$

et, par conséquent, notre formule générale deviendra celle-ci :

$$\frac{g D h p}{4 l p' (v + m D + n D^2 + o D^3 +, \text{etc.})^2} = b,$$

laquelle montre que le coefficient déterminé par l'expérience, d'après l'observation de la vitesse moyenne, est toujours d'autant moindre que le diamètre de la conduite est plus grand : aussi l'avons-nous trouvé de 0,00223 pour des tuyaux de 0,081, et de 0,00323 pour des tuyaux de 0,016.

Il résulte des expériences dont nous venons de rendre compte et de la discussion à laquelle nous les avons soumises :

1°. Que le gaz hydrogène carboné et l'air atmoshérique, amenés au même état de compression, se meuvent suivant les mêmes lois, et éprouvent exactement

les mêmes résistances dans les mêmes tuyaux, et cela indépendamment de leurs densités spécifiques ;

2°. Que les résistances qu'éprouvent des fluides aériformes à se mouvoir dans des tuyaux de conduite, sont exactement proportionnelles aux carrés de leurs vitesses moyennes ;

3°. Enfin, qu'en conséquence de cette loi, et de celle du mouvement linéaire, les dépenses du gaz par une conduite donnée de grosseur uniforme, sont toujours en raison directe de la pression indiquée dans le réservoir qui alimente l'écoulement, et en raison inverse de la racine carrée de la longueur de la conduite par laquelle il s'opère.

MÉMOIRE

Sur la Maturation des fruits (1).

PAR M. BÉRARD,

Correspondant de l'Académie des Sciences.

DANS les végétaux dont l'organisation est complète, lorsque la fécondation a été opérée dans la fleur, l'ovaire, recevant par cet acte un mouvement vital, se dilate insensiblement et se change en fruit. Depuis le moment où la fécondité est opérée, jusqu'à l'époque où le fruit est parvenu à cet état où il est propre à la reproduction de l'es-

(1) Ce Mémoire a été couronné par l'Académie des Sciences.

pèce, état qu'on désigne sous le nom de *maturité*, il se passe dans cet organe des changemens chimiques qu'il est sans doute d'un bien grand intérêt d'étudier avec soin, puisque l'Académie des Sciences a jugé la maturation des fruits digne d'être proposée pour sujet d'un prix.

Les botanistes distinguent dans le fruit la *graine* et le *péricarpe* ou enveloppe des graines. Lorsque le péricarpe n'est ou ne paraît être formé que par une membrane homogène, mince, plus ou moins dure, alors le fruit porte, dans le langage ordinaire, le nom de *graine*; tandis qu'au contraire on désigne ordinairement par le nom de *fruit* ceux dans lesquels le péricarpe, formé aux dépens de l'ovaire ou du calice et enfermant une ou plusieurs graines, a pris un développement considérable et présente à sa superficie une *pulpe*, c'est-à-dire, une enveloppe charnue ou succulente. J'ai cru comprendre que l'Académie, dans la question qu'elle a proposée, avait voulu donner au mot *fruit* la signification particulière dont je parle actuellement; et j'ai pensé qu'il convenait de s'occuper principalement des changemens chimiques qui ont lieu dans la pulpe qui recouvre les graines de ces fruits, depuis sa naissance jusqu'à la maturité, parce que c'est la partie du fruit la plus importante à cause de son emploi comme aliment. La question, quoique restreinte ainsi, présente encore des difficultés très-grandes qui dépendent surtout de l'imperfection des procédés chimiques pour analyser les organes des végétaux en général. C'est sans avoir la présomption de surmonter ces difficultés qu'on a entrepris les expériences dont on va rendre compte. On ne les considère que comme un premier pas fait pour arriver à l'explication des phénomènes importans sur

lesquels l'Académie a cru convenable d'appeler l'attention des chimistes.

Quand la *vitalité* a été en quelque sorte imprimée aux germes par l'acte de la fécondation, le développement que l'ovaire prend alors est dû, sans doute, pour la plus grande partie aux sucs qui lui sont fournis par le végétal; mais on ne pouvait mettre en doute que l'atmosphère au milieu de laquelle le fruit prend de l'accroissement ne concourût aussi d'une manière quelconque à sa nourriture, comme cela a lieu pour les autres parties du végétal. C'est à étudier l'action que le fruit exerce sur l'atmosphère que je me suis surtout appliqué, parce que la chimie peut maintenant fournir tous les moyens d'apprécier cette influence avec exactitude. Je présenterai d'abord les expériences que j'ai faites sur ce sujet, et je donnerai ensuite les résultats des essais que j'ai entrepris sur la composition des fruits aux différentes époques de leur maturité.

Les expériences de Priestley, Sennebier, Ingenhouz, Davy, et surtout celles qui ont été faites par M. de Saussure (1), ont déterminé d'une manière assez positive l'action que les feuilles exercent sur l'air atmosphérique, de sorte qu'il est aujourd'hui assez universellement reconnu que les feuilles, lorsqu'elles sont frappées des rayons du soleil, décomposent l'acide carbonique de l'air, s'en approprient le carbone et en dégagent l'oxigène; tandis qu'au contraire, pendant la nuit, elles transforment l'oxigène de l'air en gaz acide carbonique, qui est versé dans l'atmosphère; mais il ne l'est pas en tota-

(1) *Recherches chimiques sur la végétation*. Paris, 1804.

lité; l'expérience prouve que le volume d'acide carbonique formé par les feuilles dans la nuit est moindre que celui de l'oxigène qui a disparu, de sorte qu'une portion de l'acide carbonique formé est absorbé par elles. Cette absorption est d'autant plus considérable que les feuilles sont plus épaisses, au point qu'elle est totale par les plantes grasses, c'est-à-dire, que les feuilles de cette espèce font disparaître pendant la nuit une portion d'oxigène sans dégager de l'acide carbonique. La quantité d'acide carbonique que les feuilles ordinaires décomposent au soleil est plus considérable que celle qu'elles forment pendant la nuit, de sorte que si on fait végéter pendant quelque temps, sous l'influence successive du soleil et de l'obscurité, des feuilles dans une atmosphère artificielle contenant un dixième d'acide carbonique, le résultat sera pour cette atmosphère une diminution d'acide carbonique et une augmentation d'oxigène.

M. de Saussure pense que les fruits exercent sur l'acide carbonique, au soleil, la même action que les feuilles; car il s'exprime ainsi dans l'ouvrage que j'ai cité (1) : « Les » feuilles très-minces, celles qui sont laciniées et qui ne » présentent que des fils, sont celles qui, dans des cir- » constances égales, décomposent plus de gaz acide (car- » bonique). Les plantes charnues, les tiges, les fruits, » qui offrent peu de surface, en décomposent sous le » même volume beaucoup moins. » Cette assertion est positive; mais il ne cite pas les expériences qu'il a faites pour l'établir. Quant à l'action que les fruits peuvent exercer sur l'oxigène, M. de Saussure commence par an-

---

(1) *Recherches chimiques sur la végétation*, p. 57.

noncer que *ses expériences sont plus incertaines qu'avec les autres parties des plantes, parce qu'ils ne conservent presqu'aucune force de végétation lorsqu'ils sont séparés du végétal qui les a produits* (1). Une expérience faite sur des raisins verts dont le cep avait ses racines dans le sol, le porte à admettre que *les fruits verts paraissent fournir les mêmes résultats que les feuilles* (2). Cependant il ajoute qu'ayant placé, avant leur maturité, des raisins, des baies de solanum, des poires séparées de l'arbre, sous des récipiens pleins d'air commun, ces fruits ont vicié leur atmosphère dans l'espace de vingt-quatre heures, quoiqu'en passant le jour au soleil (3).

Voilà toutes les expériences que j'ai pu connaître sur l'action des fruits sur l'atmosphère. Elles ont déterminé, ainsi que je viens de le dire, M. de Saussure à adopter l'opinion que les fruits verts se conduisent à cet égard comme les feuilles. Cette opinion m'ayant paru appuyée plutôt sur l'analogie que sur des expériences décisives, j'ai cru nécessaire d'en faire de nouvelles sur ce sujet, dont ce chimiste célèbre m'a paru s'être peu occupé. Je vais en exposer les résultats : j'ai cherché à les exécuter avec d'autant plus de soin qu'elles m'ont conduit a adopter une opinion différente.

J'ai fait mes premières expériences sur des fruits détachés du végétal qui leur avait donné naissance. On verra qu'elles ont toutes duré si peu de temps qu'on peut admettre que ces fruits n'avaient point entièrement perdu

---

(1) *Recherches chimiques sur la végétation*, page 109.

(2) Même ouvrage, page 110.

(3) Même ouvrage, page 110.

leur force végétative. Quelques fraises très-vertes, et qui venaient d'être détachées de la plante, ont été introduites dans un flacon plein d'air, de $0^{lit.}$,220 de capacité. Ce flacon a été placé dans un laboratoire très-éclairé; après vingt heures il a été ouvert sous le mercure, et l'analyse de l'air qu'il contenait alors, faite avec soin, a prouvé qu'il était composé de :

Acide carbonique,	4,»» ;
Oxigène,	16,80 ;
Azote,	79,20.
	100,»» (1).

Il résulte de cette expérience que, sur les 21 centièmes d'oxigène que contenait l'air du flacon, les fraises en ont fait disparaître 4,20 qu'elles ont remplacés par 4 d'acide carbonique, c'est-à-dire que ces 4 centièmes d'oxigène, en se combinant avec une portion du carbone contenu dans les fraises vertes, ont formé un volume à très-peu près égal de gaz acide carbonique. Après l'expérience, les fraises ont paru sans la moindre altération, et l'air du flacon avait contracté l'odeur agréable qui les caractérise.

J'ai soumis à une expérience semblable tous les fruits que j'ai pu me procurer, tels que poires, abricots, figues,

(1) Toutes les fois que je présenterai ainsi la composition d'un mélange de gaz, j'avertis qu'elle sera le résultat de deux analyses très-rapprochées dans lesquelles j'aurai déterminé la quantité d'acide carbonique par la diminution de volume produite par un morceau de potasse caustique plongé dans le mélange, et la quantité d'oxigène par l'eudiomètre de Volta.

cerises, nèfles, groseilles, raisins, pommes, etc. Dans toutes, j'avais soin, en détachant les fruits de l'arbre qui les avait fournis, de laisser, outre le pédoncule, une très-petite portion de la branche qui le portait, et je couvrais toujours avec de la cire les deux sections de la petite branche qui avaient été faites avec un instrument tranchant. Ces divers fruits étaient ensuite mis, ou dans un flacon plein d'air atmosphérique et bien bouché, ou dans une cloche contenant sept à huit fois leur volume d'air atmosphérique, renversée sur le mercure; souvent j'introduisais dans la cloche une petite quantité d'eau pour recouvrir la surface du mercure, et s'opposer par là aux mauvais effets que produit la présence de ce métal dans ces expériences. Dans tous les cas, j'ai observé, après environ vingt-quatre heures, un résultat analogue à celui que m'ont présenté les fraises. Quel qu'ait été le fruit, une portion de l'oxigène de l'air a constamment disparu, et a été remplacée par un volume à-peu-près égal de gaz acide carbonique; je dis à-peu-près égal, car souvent la quantité d'acide carbonique dégagée était un peu plus faible que celle de l'oxigène absorbé.

Si la quantité d'air mis en contact avec les fruits était plus petite relativement à leur volume, alors le phénomène était le même : seulement il est remarquable que ces fruits parvenaient à faire disparaître presque tout l'oxigène de l'air. Ainsi, ayant introduit dans une cloche longue deux poires fraîchement coupées, qui en occupaient le tiers de la capacité, et l'ayant ainsi renversée sur un bain de mercure, j'ai trouvé, après vingt-quatre heures, que l'air de la cloche était composé de :

Acide carbonique,	18,52 ;
Oxigène,	1,96 ;
Azote,	79,52.
	100,»».

Ces résultats obtenus avec tous les fruits, même avec ceux dont le noyau est couvert d'une enveloppe peu charnue et bien verte, tels que les amandes vertes, établissent que les fruits exposés dans l'air pendant vingt-quatre heures, sous l'influence successive du jour et de la nuit, dans un laboratoire très-éclairé (1), changent l'oxigène de cet air en acide carbonique ; mais on va voir que l'effet est le même lorsque le fruit est exposé directement aux rayons du soleil.

Une amande bien verte et bien saine, détachée de l'arbre à neuf heures du matin, avec les précautions que j'ai indiquées, a été mise dans une cloche contenant de six à huit fois son volume d'air, et fermée par du mercure recouvert par une légère couche d'eau. Cette cloche a été exposée, pendant un beau jour, au soleil, dont on affaiblissait l'ardeur par quelques feuilles jetées sur l'appareil. A quatre heures après midi, on a mesuré l'air de la cloche, qui a paru un peu augmenté, quoiqu'on ait eu l'attention de laisser refroidir l'appareil, pour que la température fût égale à celle du matin ; on en a retiré l'amande qui a paru parfaitement conservée dans toute sa surface. L'analyse de l'air de la cloche a prouvé qu'il était composé de :

(1) Ces expériences ont été faites dans le mois de juin à Montpellier.

Acide carbonique,	15,74;
Oxigène,	5,65;
Azote,	78,61.
	100,»».

Cette expérience prouve donc que l'amande même, dans cette circonstance, a changé la plus grande partie de l'oxigène qui l'entourait en acide carbonique, et qu'elle a laissé en outre dégager une très-petite quantité d'acide carbonique. Des expériences pareilles ont été faites sur des abricots verts, des prunes *Reine-Claude* bien vertes, des pêches, etc. Je crois inutile d'en citer les détails; il suffit d'annoncer que le résultat a toujours été le même.

Il était, je pense, par là suffisamment prouvé que les fruits verts, bien loin de changer comme les feuilles l'acide carbonique de l'air en carbone et en oxigène lorsqu'ils sont frappés des rayons du soleil, transforment au contraire, dans cette circonstance, l'oxigène de l'atmosphère qui les entoure en acide carbonique. Cependant j'ai cru devoir chercher à placer les fruits dans une atmosphère artificielle semblable à celle dans laquelle les feuilles avaient été placées, lorsqu'on avait observé qu'elles décomposaient l'acide carbonique; en conséquence une amande bien verte qui venait d'être détachée a été introduite dans une cloche renversée sur le mercure, et contenant une atmosphère artificielle à-peu-près égale à sept fois son volume, et composée exactement, en volume, de 9 parties d'air atmosphérique et d'une partie de gaz acide carbonique. L'appareil a été exposé au soleil, dont on affaiblissait l'éclat avec quel-

ques feuilles, depuis neuf heures du matin jusqu'à quatre heures du soir; à cette époque, le volume total du gaz de l'appareil a paru légèrement augmenté. L'analyse a prouvé que ce gaz était composé de :

	Avant l'expérience.	Après l'expérience.
Acide carbonique,	10,»»	21,80;
Oxigène,	18,90	8,10;
Azote,	71,10	70,10.
	100,»»	100,»».

Ainsi, 10,80 centièmes d'oxigène de l'atmosphère artificielle ont été transformés en acide carbonique qui s'est ajouté aux 10 parties qui existaient déjà, et en outre il s'est dégagé de l'amande un centième d'acide carbonique. Par conséquent l'acide carbonique de l'atmosphère artificielle n'a point été décomposé, et sa présence n'a apporté aucun changement au résultat de l'expérience; il a été tel qu'il aurait été avec de l'air atmosphérique pur. En substituant à l'amande verte un abricot, une prune ou une pêche, j'ai observé les mêmes phénomènes.

Une fois qu'il m'a été bien démontré qu'au soleil comme à l'obscurité les fruits verts agissaient sur l'air de la même manière, j'ai voulu m'assurer s'il y avait une différence dans l'intensité de leur action pendant le jour et pendant la nuit; j'ai trouvé que le même fruit (l'abricot, la pêche, le raisin, la poire sont les seuls que j'ai soumis à ces épreuves) mis successivement dans deux flacons d'égale capacité, contenant environ six fois son volume d'air, dans le premier à l'obscurité, depuis six heures du soir jusqu'à six heures du matin, et ensuite

dans le second au soleil, depuis neuf heures du matin jusqu'à quatre heures du soir, changeait, dans les deux cas, à très-peu près la même quantité d'oxigène en acide carbonique ; ce qui semblerait annoncer que cette fonction du fruit est augmentée par la lumière, puisque, dans les expériences que je cite, le temps de l'exposition au soleil était plus court que celui de l'exposition à l'ombre, et que cependant l'effet a été le même.

Une différence qui se présente assez généralement entre l'effet du soleil et celui de l'obscurité, c'est que dans l'obscurité le volume de l'oxigène qui disparaît est plus grand que celui de l'acide carbonique produit, tandis qu'au soleil le volume de l'acide carbonique dégagé surpasse celui de l'oxigène absorbé. Cette observation tendrait à faire croire que pendant la nuit une portion de l'acide carbonique qui se forme est retenue dans le parenchyme du fruit, et que le soleil détermine le dégagement de ce gaz qui a été ainsi retenu ; de sorte qu'après l'effet successif de la lumière et de l'obscurité sur le même fruit contenu dans le même vase, il n'y a aucun changement dans le volume de l'air, et la quantité d'oxigène absorbée se trouve exactement remplacée par une quantité égale en volume d'acide carbonique. Cependant je n'ai pas toujours observé, dans le grand nombre d'expériences que j'ai faites, l'effet tel que je viens de le décrire ; il m'est même arrivé quelquefois d'en observer un tout contraire, très-rarement à la vérité. Au reste, la différence entre l'oxigène qui a disparu et l'acide carbonique qui le remplace est toujours fort petite ; elle n'excède jamais le $\frac{1}{5}$ du volume du fruit.

Lorsqu'on expose ainsi au soleil des fruits dans des

cloches, on observe toujours qu'il se condense dans ces cloches une quantité d'eau assez considérable. Dans l'obscurité, au contraire, l'intérieur de l'appareil est parfaitement sec. Je ne suis pas certain que cette différence soit entièrement due à l'élévation de température qui a lieu pendant l'exposition au soleil : dans tous les cas, la liqueur condensée m'a toujours paru être de l'eau pure, ayant souvent contracté l'odeur du fruit qui l'avait fournie.

Les circonstances dans lesquelles j'ai placé les fruits dans les expériences que je viens de décrire ont été assez variées pour pouvoir bien déterminer l'action que les fruits verts exercent sur l'atmosphère qui les entoure. Il me semble que la seule objection qu'on puisse faire, c'est qu'on opérait sur des fruits détachés de l'arbre; mais je ne puis croire que ces fruits aient perdu toute leur force végétative dans le peu de temps qu'ont duré ces expériences, surtout quand je considère qu'il en est qui la conservent pendant si long-temps. Je veux parler des fruits qui ont la propriété de mûrir, quoique séparés de l'arbre, tels que les poires, les pommes. Je crois très-vraisemblable que ces fruits doivent cette propriété à la force végétative qu'ils conservent : en effet, ils ne mûriraient pas si on désorganisait tout-à-fait leurs parties en les broyant; et puisqu'ils mûrissent lorsqu'ils sont entiers, il faut donc nécessairement que cette propriété dépende, ou de l'arrangement de leurs parties, ou de la force végétative qu'ils conservent encore : or, entre ces deux opinions, la dernière me paraît préférable.

Quoi qu'il en soit, il était trop important de s'assurer si les fruits, lorsqu'ils sont encore en communication

avec les arbres qui les nourrissent, agissent sur l'air en fournissant du carbone à son oxigène, pour que je ne misse pas en usage tous les moyens de me procurer cette certitude. Ayant choisi sur un arbre deux poires bien saines, avec leurs pédoncules attachés l'un près de l'autre sur la même branche, je les ai fait entrer dans un bocal de verre qui contenait un volume d'air six fois plus considérable que celui de ces poires. Le bocal a ensuite été fermé par un bouchon de liége divisé en deux parties égales, ayant chacune une petite échancrure par laquelle passait la tige qui supportait les poires. On a suspendu avec des fils le bocal aux branches voisines, et l'on a recouvert le bouchon de lut gras, qu'on a tâché d'appliquer sur la branche qui le traversait le mieux qu'il a été possible. Après vingt-quatre heures, on a coupé la branche au-dessus du lut, et on a emporté l'appareil; on l'a renversé sur la cuve à mercure, de manière que le goulot du bocal y fût entièrement plongé. On a retiré le bouchon et les poires à travers le mercure; elles ont paru parfaitement bien conservées, et on a procédé à l'analyse du gaz. Il s'est trouvé composé de :

Acide carbonique,	2,» ;
Oxigène,	18,6 ;
Azote,	79,4.
	100,».

Le changement que ces fruits ont opéré dans l'air qui les entourait était bien conforme à celui qu'ils auraient déterminé s'ils eussent été détachés de l'arbre; mais l'effet était moins considérable. D'autres expériences de ce genre

n'ont pas donné un résultat plus prononcé : dans quelques-unes même je n'ai observé aucun changement dans l'air de la cloche. Dès-lors je n'ai plus douté que cela ne tînt à ce que le lut fermait mal l'appareil, et qu'une communication entre l'air de l'intérieur de la cloche et l'air extérieur ne fût établie.

J'ai remplacé le lut gras par un mastic résineux que j'appliquai sur mon appareil avec un fer chaud. J'ai eu beaucoup de peine à faire prendre ce lut sur la tige de l'arbre, qui est toujours un peu humectée. J'ai introduit une poire dans l'appareil ainsi modifié : après vingt-quatre heures, on a coupé la branche qui supportait cette poire au-dessus du lut; on a retiré le bouchon et la poire, comme dans l'expérience précédente, à travers le mercure, et on a analysé l'air de la cloche : voici les résultats de cette analyse :

Acide carbonique,	5,» ;
Oxigène,	15,2 ;
Azote,	79,8.
	100,».

Dans cette expérience, la poire était en contact avec environ cinq fois son volume d'air. Elle montre que quand l'appareil dans lequel on fait pénétrer les fruits attachés encore à l'arbre qui les nourrit est bien bouché et bien disposé, ils agissent sur l'air à très-peu près comme ceux qui auraient été détachés de l'arbre et mis tout de suite en expérience.

J'ai voulu soumettre d'autres fruits à ce genre d'épreuves ; mais la difficulté de bien appliquer le mastic

résineux, l'inconvénient qu'il présentait de se fendre par l'agitation de l'arbre auquel il était appliqué, la crainte que j'éprouvais d'altérer la branche qui portait le fruit, en cherchant à bien appliquer ce mastic avec un fer chaud, m'ont déterminé à employer un autre appareil qui me paraît à l'abri de toute objection. En le décrivant, je vais rapporter l'expérience que j'ai faite sur une prune Reine-Claude. J'ai choisi une prune de cette espèce isolée, bien verte et bien saine; je l'ai recouverte par un bocal à large ouverture en verre, qui contenait un volume d'air égal à six fois celui de la prune; j'ai fixé ce bocal aux branches voisines avec de la ficelle. Le couvercle était en tôle et percé dans son milieu d'un trou autour duquel était un petit tuyau qui devait donner passage à la tige. Pour que ce couvercle pût être appliqué sur le bocal en même temps qu'il renfermait la prune, il était divisé en deux parties, qui s'appliquaient de chaque côté de la tige qui supportait ce fruit. Ces deux moitiés étaient parfaitement réunies avec du mastic, et le couvercle était lui-même attaché au bocal de la même manière. L'appareil n'avait plus alors de communication avec l'air extérieur que par le tube en tôle qui était traversé par la tige. On fermait cette ouverture au moyen d'un tube de gomme élastique de la manière suivante : on coupait un morceau carré de gomme élastique d'une grandeur convenable, on le faisait tremper quelques instans dans l'eau bouillante, et on le roulait autour du tube de tôle, de manière que les deux extrémités pussent s'appliquer l'une contre l'autre; en les tenant quelques instans pressées dans cette position, elles se soudaient, et formaient un tube qui

embrassait le tube de tôle et la branche. Alors, en serrant légèrement, avec de la ficelle, ce tube de gomme élastique, d'un côté sur le tube de tôle, de l'autre sur la petite branche, il fermait très-exactement l'appareil sans blesser la branche. L'expérience a commencé à huit heures du matin. Le jour était beau, et l'appareil bien éclairé par le soleil, que les feuilles et les branches de l'arbre interceptaient en partie de temps en temps. A quatre heures du soir, j'ai coupé la branche au-dessus du tube de gomme élastique; j'ai emporté l'appareil, je l'ai renversé sur la cuve à mercure, de manière que le couvercle y fût entièrement plongé à travers le mercure. J'ai coupé avec un canif le tube de gomme élastique, et en inclinant l'appareil, j'ai fait sortir du gaz que j'ai trouvé composé ainsi qu'il suit :

Acide carbonique,	9,43;
Oxigène,	12,53;
Azote,	78,04.
	100,»».

J'ai ensuite retiré la prune du bocal, que j'ai trouvée parfaitement saine, revêtue dans toutes les parties de sa matière glauque, et n'ayant pas la plus légère tache.

Des abricots, des pêches, des cerises, des poires, ont été introduits dans un appareil semblable à diverses époques de leur maturité, et j'ai toujours trouvé que ces fruits, même frappés des rayons du soleil, transformaient l'oxigène de l'air en acide carbonique. Ils jouissent de cette propriété dans les premières époques de

leur accroissement; car ayant introduit dans le même appareil une petite branche d'un pêcher portant trois pêches de la grosseur d'un petit pois, j'ai trouvé, après quinze jours, que l'air qui entourait ces pêches était composé de :

Acide carbonique,	4,» ;
Oxigène,	16,6 ;
Azote,	79,4.
	100,».

Ces pêches, dans cette expérience, étaient en contact avec un volume d'air au moins quarante fois plus grand que le leur. Cette longue expérience n'a pas paru les avoir altérées.

Je crois maintenant avoir établi de manière à ne laisser aucun doute que les fruits ne se comportent pas relativement à l'atmosphère comme les feuilles ; au lieu de s'approprier comme elles, au soleil, une certaine quantité de carbone, ils en perdent continuellement et dans toutes les époques différentes de leur maturité. Cette perte n'est pas la seule que font les fruits ; il s'opère aussi continuellement à leur surface une évaporation d'eau qui est beaucoup plus considérable pendant le jour que pendant la nuit, et qui doit encore sans doute être proportionnée à l'humidité du sol dans lequel sont plongées les racines de l'arbre qui les porte.

Quoique je n'aie soumis à des expériences du genre de celles que je viens de décrire qu'un petit nombre de graines, je ne doute pas qu'elles n'agissent toutes sur l'air comme les fruits. Cependant une objection se pré-

sente naturellement, c'est que lorsqu'il arrive que ces graines sont entourées de gousses, l'air contenu dans ces gousses est toujours, d'après les analyses qui ont été faites, de l'air atmosphérique. Parmi les plantes qui nous sont familières, une des plus remarquables de celles qui produisent des graines de ce genre, est le baguenaudier. Les fruits de cet arbrisseau sont enveloppés dans une gousse très-large, remplie d'un fluide élastique, que plusieurs chimistes ont dit être de l'air atmosphérique : je me suis moi-même assuré plusieurs fois de ce fait. Il semblerait donc que les graines du baguenaudier, qui sont en contact avec l'air contenu dans les gousses, ne le vicient pas à la manière des autres graines. Je ne pouvais expliquer cette anomalie, lorsqu'il me vint dans l'idée que l'espèce de membrane qui forme l'enveloppe de ces gousses pourrait bien être perméable à l'air, et que la communication établie par là entre l'air atmosphérique et celui de l'intérieur de la gousse pourrait suffire pour établir entre eux un équilibre de composition. Ce qui m'avait fait naître cette idée, c'est que j'avais observé plusieurs fois qu'en pressant légèrement et graduellement une gousse de baguenaudier, on finit par en faire sortir tout l'air qu'elle contient, sans qu'elle paraisse déchirée.

L'expérience suivante a parfaitement confirmé cette opinion. J'ai introduit dans une petite cloche remplie d'air une petite branche de baguenaudier à laquelle étaient attachées deux gousses ; j'ai renversé la cloche sur le mercure ; au bout de trois jours, le volume de l'air de la cloche a paru un peu augmenté ; j'ai retiré les gousses sous le mercure ; elles étaient bien entières et bien

gonflées, et j'ai analysé séparément l'air contenu dans l'intérieur de la gousse et dans celui de la cloche. Voici le résultat :

	Air de la cloche.	Air de la gousse.
Acide carbonique,	22,2	21,7 ;
Oxigène,	0,10	0,0 ;
Azote,	77,70	78,3.
	100,»»	100,».

Si les gousses de baguenaudier n'eussent point été détachées de l'arbre et eussent été introduites dans un appareil semblable à celui que j'ai décrit plus haut, le résultat aurait été exactement le même, ainsi que je m'en suis assuré.

Ces expériences prouvent donc de la manière la plus évidente, 1° que le fruit du baguenaudier, comme tous les autres, cède une portion de son carbone à l'oxigène de l'air ambiant, et le transforme en acide carbonique; 2° que la communication qui a lieu entre l'air extérieur et l'air de l'intérieur de la gousse, à travers la membrane qui forme cette gousse, suffit pour qu'il s'établisse entre eux, en peu de temps, un équilibre presque parfait de composition : en effet, dans l'expérience que j'ai citée, l'air de l'intérieur de la gousse et celui de la cloche dans laquelle elle était contenue ont à très-peu près la même composition. Ainsi, l'on ne doit plus être étonné si, en prenant sur l'arbre une gousse quelconque de baguenaudier, on trouve que l'air qu'elle renferme est le même que l'air atmosphérique qui l'entoure. Ceci paraîtra facile à concevoir si l'on se rappelle que les expériences de MM. Dalton et Berthollet ont prouvé que les diffé-

rens gaz se mêlaient avec facilité, même dans les circonstances les plus défavorables à ces mélanges, et lorsque ces gaz avaient entre eux une communication établie par une très-petite surface.

L'expérience suivante m'a paru encore mériter d'être rapportée pour prouver que les gaz peuvent aisément passer à travers les gousses du baguenaudier. J'ai introduit trois gousses de cet arbrisseau bien saines dans une petite cloche remplie d'eau et renversée sur la cuve. Après trois jours, elles ont paru un peu flétries; j'en ai retiré une avec précaution, je l'ai essuyée légèrement et je l'ai ouverte; l'eau n'avait nullement pénétré dans son intérieur. Les deux autres ont été crevées dans la cloche, et on a fait l'analyse de l'air qu'elles renfermaient. On y a trouvé :

Acide carbonique,	4,10;
Oxigène,	0,52;
Azote,	95,38.
	100,»».

Les 21 centièmes d'oxigène qui existaient dans l'air de la gousse avant son introduction dans l'eau ont donc presque entièrement disparu; on ne doit pas douter qu'il ne se soit formé un volume égal de gaz acide carbonique; et puisque l'analyse a démontré qu'il n'en existait que 4 centièmes environ, il faut donc que l'eau en ait absorbé environ 17 centièmes à travers les pores de la gousse, sans qu'elle ait pénétré dans son intérieur.

Je ne dois point négliger de faire observer ici que puisque les gaz se mêlent avec tant de facilité, même à

travers les pores de l'enveloppe des gousses du baguenaudier, qui cependant ne sont pas traversées par l'eau ; on doit concevoir que lorsqu'on introduit une portion d'un végétal dans un appareil quelconque, il faut que la branche qui traverse cet appareil soit parfaitement soudée, si l'on veut bien apprécier les changemens qui peuvent s'opérer dans l'air de l'intérieur de l'appareil ; car la moindre ouverture établira une communication suffisante entre l'air atmosphérique et celui de l'intérieur de l'appareil, pour qu'ils soient identiques, et qu'on soit par conséquent trompé sur le résultat. Je crains qu'une pareille imperfection dans la fermeture de l'appareil dans lequel M. de Saussure avait introduit un raisin vert dont le cep avait les racines dans le sol, n'ait porté ce chimiste, si remarquable par son exactitude, à conclure que ce raisin n'avait point répandu une quantité sensible d'acide carbonique.

La transformation de l'oxigène de l'air en acide carbonique par l'action du fruit est une fonction absolument indispensable pour que sa maturité s'opère : quand on la supprime par un moyen quelconque, le fruit se dessèche et meurt. J'ai introduit dans un bocal fermé, ainsi que je l'ai décrit plus haut, par un tube de gomme élastique, un abricot bien vert et bien sain ; ce bocal renfermait un volume d'air égal à environ six fois le volume du fruit. J'ai choisi sur le même arbre, pour terme de comparaison, un autre abricot ayant à très-peu près les mêmes dimensions. Trois jours au plus ont suffi pour que tout l'oxigène du bocal dans lequel le premier abricot était renfermé fût changé en acide carbonique, et alors il ne pouvait plus céder de son carbone ; aussi,

au bout de quinze jours, il était encore bien vert et ne paraissait pas avoir changé de dimensions, tandis que celui qui servait de terme de comparaison avait beaucoup grossi. Au bout d'un mois, celui-ci avait atteint sa plus grande grosseur, il avait changé de couleur, il était en un mot tout-à-fait mûr; tandis que l'autre, au contraire, avait sensiblement diminué de volume : vingt jours après, il parut encore plus petit et presque tout-à-fait sec. Je coupai la branche et je séparai l'appareil; l'air qu'il renfermait était privé de son oxigène, lequel était remplacé par un volume à-peu-près égal d'acide carbonique, et l'abricot ne présentait plus qu'un noyau sec et dur recouvert par une espèce de peau d'une couleur brune. On voit donc que du moment que l'abricot n'a pas pu céder de son carbone à l'air, la maturation s'est arrêtée. Les sucs nourriciers n'y sont plus arrivés, et puisqu'il s'est tout-à-fait desséché, il faut que les sucs qu'il contenait déjà se soient dissipés dans les autres parties de l'arbre, par les nombreux canaux de communication qui existent entre les différens organes des végétaux. Une expérience semblable a été faite sur des pêches et des prunes vertes; le résultat en a été le même.

Lorsque je fus convaincu que la déperdition du carbone était absolument nécessaire pour que la maturation d'un fruit vert pût s'opérer, je conçus alors l'espérance de pouvoir conserver long-temps des fruits encore verts, et principalement ceux qui ont la propriété d'achever seuls leur maturité, en m'opposant à ce qu'ils cédassent leur carbone à l'oxigène de l'air. Pour remplir cette condition, il suffisait de placer ces fruits dans le vide ou

dans des milieux privés d'oxigène. J'observerai d'abord que lorsqu'on introduit des fruits bien verts dans le vide, dans le gaz hydrogène ou dans le gaz azote, ces fruits dégagent dans ces milieux, surtout à la lumière, une certaine quantité de gaz acide carbonique, qui est plus grande le premier jour, et qui va ensuite chaque jour en diminuant. Ce dégagement s'arrête après trois ou quatre jours. La quantité totale de ce gaz que chaque fruit est susceptible de laisser dégager varie un peu suivant sa nature. Je ne l'ai jamais trouvée supérieure à une fois et demie le volume du fruit.

Le 1er octobre 1819, j'introduisis dans une petite cloche une poire de l'espèce Messire-Jean, bien verte, bien dure et parfaitement saine; je renversai la cloche sur le plateau de la machine pneumatique et je fis le vide. Le lendemain la cloche contenait un peu d'acide carbonique que le fruit avait laissé dégager; je fis de nouveau le vide, et pendant quatre ou cinq jours je répétai la même opération, après quoi le vide se conserva parfaitement : le 1er décembre, toutes les poires de la même espèce qui avaient été placées dans un bon fruitier avaient mûri ou s'étaient gâtées. Le 15 janvier suivant, j'enlevai la cloche et je retirai la poire. Elle était parfaitement bien conservée et bien ferme. Je l'abandonnai cinq ou six jours à l'air dans une chambre; elle mûrit, et je la trouvai fort bonne, ainsi que quelques personnes qui la goûtèrent avec moi. A la même époque, je conservai pendant le même temps et avec le même succès une autre poire de l'espèce appelée *martin-sec*, que j'avais suspendue dans un bocal rempli de gaz acide carbonique.

Ces expériences et d'autres du même genre, dont j'o-

mets les détails, m'avaient donné les plus grandes espérances de pouvoir conserver les fruits pendant bien long-temps par des moyens analogues; mais elles n'ont pas été entièrement réalisées. J'ai opéré sur des cerises, groseilles, abricots, prunes de différentes espèces, pêches, poires de diverses espèces, pommes. Je choisissais ces fruits bien sains, et à une époque de leur maturation telle qu'elle aurait pu être terminée dans huit ou quinze jours. Les uns ont été placés dans le vide, d'autres dans des bocaux pleins de gaz acide carbonique, ou de gaz hydrogène ou de gaz azote. Je dois dire en peu de mots comment je plaçais ces fruits dans ces différens milieux.

Pour placer les fruits dans le vide, je les introduisais d'abord dans un bocal qui était ensuite parfaitement bouché avec un bouchon de liége bien mastiqué. Avec une aiguille à tricoter rouge je faisais au centre du bouchon un trou que je rendais le plus petit possible. Le bocal était ensuite fixé sur le plateau de la machine pneumatique, et recouvert par une cloche dans laquelle pouvait se mouvoir du haut en bas une tige cylindrique de cuivre à travers une boîte en cuir. La cloche était disposée de manière que la tige pût s'abaisser exactement vis-à-vis le petit trou du bouchon du bocal. On faisait le vide dans la cloche, et par conséquent dans le bocal qui était en communication avec elle; on abaissait ensuite la tige, à l'extrémité de laquelle se trouvait attaché un petit tampon de cire, et en pressant fortement, on parvenait avec facilité à fermer le petit trou du bocal, qui dès-lors se trouvait parfaitement vidé d'air. On pouvait aussi faire successive-

ment le vide dans un grand nombre de bocaux pareils. Quand, au lieu de faire le vide dans le bocal, on voulait le remplir de gaz acide carbonique, au lieu de pratiquer dans le bouchon le petit trou dont j'ai parlé, on en faisait deux plus grands et bien cylindriques. Par le premier, on faisait entrer un tube doublement coudé qui communiquait avec un appareil propre à dégager du gaz acide carbonique en quantité ; par l'autre trou on faisait passer un autre tube coudé de façon à le faire aboutir dans la cuve à eau ou à mercure. Par cette disposition, on faisait traverser le bocal qui contenait le fruit par un courant considérable de gaz acide qui, au bout de très-peu de temps, avait remplacé totalement l'air dont ce bocal était d'abord rempli. Alors on retirait successivement les deux tubes, et on en bouchait subitement les trous par lesquels ils passaient avec des tampons de cire. Pour mettre les fruits en contact avec le gaz hydrogène, on suivait un procédé tout-à-fait semblable. Enfin, rien n'était si facile et si commode que d'entourer les fruits de gaz azote. On commençait par introduire dans le bocal du protoxide de fer récemment préparé et humecté au point de faire pâte avec l'eau ; on introduisait ensuite les fruits qu'on séparait de l'oxide par une petite plaque de tôle, et on fermait exactement le bocal. On conçoit qu'au bout de quelques heures le protoxide de fer avait absorbé l'oxigène de l'air du bocal, et le fruit ne se trouvait plus en contact qu'avec de l'azote.

Il n'est aucun des fruits que j'ai nommés que je ne sois parvenu à conserver par l'un des procédés que je viens d'indiquer : cependant si on les tient trop long-

temps enfermés dans les bocaux, quoiqu'ils présentent toujours les apparences de conservation, leur parfum est perdu on ne leur trouve plus de saveur sucrée; elle est remplacée par une saveur particulière que je ne puis définir, qui est semblable dans tous les fruits et qui est désagréable. Ils deviennent acides, mais cette acidité n'est point due à un acide particulier; j'ai reconnu que, dans cet état, ils ne contenaient que de l'acide malique.

Le cerises et les abricots, ainsi enfermés dans des bocaux qui ne contiennent pas d'oxigène, laissent suinter, au bout de quelques jours, un liquide de la couleur du fruit. Celui ci perd en même temps une partie de sa couleur. Quand on les retire, après vingt jours, du bocal, et qu'on les laisse un jour à l'air, ils n'ont pas perdu sensiblement leur agréable saveur; tandis qu'ayant ouvert, le 1er décembre, un bocal contenant des cerises qui y avaient été mises dans le vide le 26 juin, j'ai observé des phénomènes bien différens: le bocal n'avait, à la vérité, d'autre odeur que celle du fruit un peu affaiblie; preuve que les cerises n'y avaient pas subi la même altération que si elles eussent été exposées pendant tout ce temps à l'air; elles avaient une belle apparence; leur couleur était seulement affaiblie; mais je les ai trouvées acides: leur saveur rappelait à peine celle des cerises; elle était désagréable et avait contracté ce caractère particulier dont j'ai parlé. Les prunes et les pêches présentent les mêmes phénomènes que les abricots, excepté qu'elles ne laissent suinter aucune liqueur. J'ai, dans ce moment (le 25 décembre), sous les yeux, un bocal renfermant deux pêches dans l'azote; elles y ont été mises le 6 octobre: on dirait qu'elles viennent d'être cueillies;

mais à coup sûr elles ont perdu et leur saveur agréable et leur parfum délicieux; tandis que j'ai ouvert, le 5 novembre, un bocal semblable qui avait été arrangé le même jour que le précédent, et j'en ai retiré deux pêches qui, après quarante-huit heures d'exposition à l'air, se sont trouvées fort bonnes.

Mais les poires et les pommes sont les fruits qui, dans des milieux privés d'oxigène, présentent pendant le plus long temps les plus belles apparences de conservation. Parmi le grand nombre de celles que j'ai soumises à ce genre d'épreuves, je citerai des poires d'été de l'espèce appelée *sucrin vert*, qui furent mises dans un ballon vide le 15 octobre 1819; des poires Messire-Jean et Doyenné, qui furent introduites le même jour dans un bocal plein d'azote, et qui, le 10 juillet 1820, paraissaient encore toutes parfaitement conservées. Mais elles avaient subi les mêmes altérations que les fruits dont je viens de parler; leur chair, quoiqu'encore assez ferme, n'avait plus aucun parfum, et avait contracté un goût acide et désagréable. Je me suis cependant assuré que lorsqu'on se bornait à laisser les poires ou les pommes trois mois seulement dans les appareils, elles conservaient la propriété de mûrir lorsqu'on les mettait ensuite en contact avec l'air pendant quelques jours.

Ne serait-on pas tenté de croire, d'après ces expériences, que les fruits qui mûrissent par eux-mêmes lorsqu'ils sont séparés de l'arbre, le font en vertu d'une certaine force végétative qu'ils conservent encore; de sorte que si on place un fruit dans une circonstance telle que la maturation ne puisse pas s'opérer, si on le met,

par exemple, dans un milieu dépourvu d'oxigène, alors il est possible que cette force végétative puisse être quelque temps suspendue, et se conserver dans le fruit, de manière qu'elle reprenne son empire et détermine la maturation quand les circonstances redeviennent favorables. Mais si elle a été suspendue trop long-temps, elle s'éteint tout-à-fait; les organes du fruit, n'étant plus en quelque sorte doués de vie, s'altèrent, et ne peuvent plus opérer la maturation, même lorsque les circonstances redeviennent favorables.

Nous venons d'examiner, dans tous ses détails, l'action que les fruits, avant leur maturité, exercent sur l'air qui les entoure. Voyons maintenant quels effets se produisent sur le même air lorsqu'ils sont mûrs. Le manomètre qui a été décrit par M. Berthollet (1) est sans contredit l'instrument le plus convenable pour déterminer ces effets.

Le 15 novembre, on a mis, dans un de ces manomètres ayant une capacité d'environ cinq litres, une pomme de l'espèce calville-rouge, qui avait l'apparence d'être bien mûre. Au moment où le manomètre a été fermé, la température était à $+ 10^{\circ}$ (centigrades), et la pression indiquée par le baromètre du manomètre $= 0^{m},7502$. Le 20 décembre suivant, un thermomètre appliqué contre le manomètre a montré que sa température était à $+ 7^{\circ}$, et le baromètre du manomètre à $0^{m},8512$. On peut s'assurer, par un calcul facile, que ces indications annoncent que, depuis le commencement de l'expérience, il y avait eu, dans l'intérieur du mano-

(1) *Mémoires de la Société d'Arcueil*, tome I.

mètre, production d'un gaz dont le volume était le septième environ de la capacité totale du manomètre; et comme ce gaz ne pouvait provenir que de la pomme, il en résulte que cette pomme avait fourni à très-peu près $0^{lit.},71$ d'un gaz qui s'était mêlé avec l'air du manomètre. L'analyse de l'air contenu dans cet appareil, au moment où l'on a fait ces dernières observations, a prouvé qu'il était composé de :

Acide carbonique,	29,82;
Oxigène,	0,34;
Azote,	69,84.
	100,»».

Le gaz que la pomme avait laissé dégager était donc du gaz acide carbonique. On l'a retirée du manomètre, elle n'était point ridée. Elle avait diminué de poids, principalement à cause d'une évaporation d'eau qui avait eu lieu à sa surface, et qui s'était déposée en petites gouttes sur les parois du manomètre. Ses parties extérieures étaient devenues blettes; le cœur était encore un peu ferme.

Cette expérience prouve évidemment que la pomme mûre ainsi exposée à l'air a cédé une portion de son carbone à l'oxigène de l'air, et l'a presqu'entièrement transformé en acide carbonique; mais qu'elle a aussi laissé dégager une grande quantité d'acide carbonique dont elle a fourni elle seule tous les élémens. Ce dégagement d'acide carbonique ne doit avoir lieu qu'après la transformation de l'oxigène de l'air en acide carbonique; car ce n'est que vers la fin de l'expérience que le baromètre du

manomètre a indiqué qu'il y avait, dans l'intérieur de l'appareil, dilatation ou production d'un gaz. Je me suis assuré que les poires mûres en devenant blettes, les abricots et les cerises mûrs donnent lieu, en pourrissant, à des phénomènes analogues; de sorte qu'on peut établir en général que tous les fruits mûrs qu'on expose à l'air, et qui y subissent des altérations, commencent par transformer une portion de l'oxigène qui les entoure en acide carbonique, et produisent ensuite d'eux-mêmes une grande quantité d'acide carbonique.

On sait que les sucs des fruits sucrés exposés à l'air s'y comportent de la même manière, et je suis très-porté à croire que la présence d'une très-petite quantité d'oxigène est indispensable pour déterminer le blessissement ou la pourriture des fruits, comme M. Gay-Lussac a prouvé qu'elle était nécessaire pour déterminer la fermentation des sucs sucrés des fruits. J'ai introduit trois cerises et une poire de la Saint-Jean, bien mûres, chacune dans une cloche pleine de mercure, et pour chasser les petites bulles d'air adhérentes aux parois ou au fruit, je l'ai remplie successivement et à plusieurs reprises de gaz carbonique et de métal, après quoi je l'ai laissée aux trois quarts remplie de gaz carbonique. L'une des trois cerises a été mise, par un procédé analogue, en contact avec le gaz hydrogène, une autre enfin avec du gaz azote. Après cinq mois, ces fruits n'avaient point altéré l'air. Ils avaient conservé leur forme et leur couleur : seulement les cerises avaient laissé suinter dans la cloche une petite quantité d'un liquide rouge. Tous avaient fourni une petite quantité de gaz acide carbonique. Je les ai retirés pour les examiner. La poire de Saint-Jean avait perdu

un peu de sa fermeté, elle cédait sous le doigt; mais sa chair était parfaitement blanche, et n'avait dans aucune partie cette couleur brune qui caractérise les poires blettes; elle avait perdu son parfum et sa saveur. Loin d'être sucrée et agréable, elle était au contraire très-acide. L'acide qui s'était développé dans cette circonstance ne pouvait cristalliser; il faisait un sel soluble avec la chaux et avec la baryte, même lorsqu'il était neutre, un sel blanc et insoluble avec l'oxide de plomb: c'était donc évidemment de l'acide malique. Les cerises étaient aussi toutes assez fermes, sans mauvaise odeur, mais sans saveur sucrée et d'une acidité remarquable. Ces expériences porteraient donc à croire que la présence de l'oxigène est nécessaire pour déterminer le blessissement ou la pourriture des fruits. A la vérité, lorsque les fruits sont privés de la présence de ce gaz, surtout pendant long-temps, ils éprouvent des altérations; mais elles sont tout-à-fait différentes de celles qu'ils auraient éprouvées à l'air libre, et ne peuvent nullement être confondues avec elles. Sans doute il eût été intéressant de bien établir ces différences, et de déterminer avec exactitude le genre d'altération qu'éprouvent les fruits mûrs à l'abri du contact de l'oxigène; un travail sur les fruits présente cet inconvénient, que lorsqu'on a oublié une expérience, il faut attendre un an pour trouver l'occasion de la faire; celle-ci faite en nécessite souvent une autre pour laquelle il faut encore attendre un an; de sorte que lorsqu'on n'a qu'un temps limité pour s'occuper de cet objet, on est forcé de laisser des parties de son travail bien imparfaites.

Si la présence de l'oxigène est nécessaire pour déter-

miner le blessissement ou la pourriture des fruits, du moins est-il vrai de dire qu'il en faut bien peu pour l'opérer; et c'est un nouveau point de ressemblance que cette altération présente avec la fermentation des sucs sucrés. J'ai plusieurs fois introduit des fruits bien mûrs, tels que cerises, abricots, poires, dans des vases bien bouchés et qui contenaient tout au plus un volume d'air trois fois plus grand que celui du fruit; j'ai toujours observé que ces fruits devenaient blets ou pourris, de sorte que, lorsque j'ouvrais le vase, il en sortait avec force une grande quantité d'acide carbonique.

(*La suite au Cahier prochain*).

De l'Effet *du mouvement d'un plan réfringent sur la réfraction.*

Par Mr P. Prevost.

§ 1. Pour s'assurer de l'effet de la vitesse de la lumière sur la réfraction, on a cherché un moyen de soumettre à l'expérience deux rayons inégalement rapides. La vitesse absolue de la lumière ne se prêtait pas à ce desir : on y a suppléé par la vitesse relative. Ne pouvant faire mouvoir le rayon plus ou moins vite dans la route qu'il suit, on a fait mouvoir le plan réfringent selon cette même ligne de direction (1). Mon dessein est

(1) « C'est ce moyen que M. Arago a employé. » (Biot, *Astronomie*, 2e édit. T. III, p. 140.)

J'applique cette phrase à mon sujet, parce que l'ingénieuse

de faire voir que cette substitution de la vitesse relative à la vitesse absolue dénature l'expérience et en altère les résultats.

§ 2. Dans cette expérience, on profitait du mouvement de la terre pour donner à l'instrument une vitesse additionnelle; en sorte que la situation de cet instrument restait sensiblement la même par rapport au rayon de lumière. Ainsi nous partirons de la même supposition:

HYPOTHÈSE. *Le plan réfringent reste constamment parallèle à lui-même, et chacun de ses points suit la même direction avec une vitesse uniforme.*

§ 3. Soit un plan attractif, et une particule douée d'une vitesse perpendiculaire au plan (soit qu'elle se dirige vers le plan ou en sens contraire); pour déterminer la vitesse et la direction finales de la particule, il n'importe pas de savoir si la vitesse est absolue ou relative (si la particule se meut réellement, ou si c'est le plan qui se meut en sens contraire). Car, dans les deux cas, d'instant en instant (1), la particule ne sort point

---

expérience à laquelle elle se rapporte dans l'intention de l'auteur, est au fond précisément la même que je présente au texte.

A la page 137 de l'ouvrage cité, il est fait usage d'une comparaison de la marche de deux molécules qui ne peut pas éclairer le sujet, parce qu'on y néglige le mouvement de translation que l'une de ces molécules a en commun avec l'instrument. — Cette remarque (sans rapport avec l'objet de ce Mémoire) a pour but d'éviter une discussion inutile.

(1) *Instant*, temps assez court pour que la vitesse imprimée par l'attraction, en ce temps-là, puisse être réputée uniforme.

de la direction perpendiculaire, et sa vitesse a pour expression la somme de la vitesse précédemment acquise, et de celle que l'attraction lui imprime; somme égale de part et d'autre.

§ 4. Soit un plan attractif, et une particule placée à l'extrême limite de la plage attractive, et douée d'une vitesse oblique au plan et dirigée vers lui. Si cette vitesse est absolue, la particule décrira une courbe dont la dernière direction coupera le plan selon la loi de réfraction qui a lieu réellement dans la nature. (*Princ. mathem.*, etc., lib. 1, prop. 94.)

§ 5. Dans la même hypothèse, si la vitesse de la particule est relative (si c'est le plan seul qui se meut en sens contraire), la particule décrira une ligne droite, et tombera sur le plan sous une direction perpendiculaire. Proposition évidente.

§ 6. Soit, sur un plan attractif, une particule douée d'une vitesse qui tend à l'éloigner du plan. Si cette vitesse est absolue, sa particule, au sortir de la plage attractive, suivra une direction conforme à ce qu'indique la loi connue de la réfraction. (*Princip. ibid.*)

§ 7. Dans la même hypothèse, si la vitesse de la particule est relative (si le plan seul se meut), la particule, attirée par le plan qui fuit, décrira une perpendiculaire au plan. Evident.

§ 8. Soit une particule émergente douée d'une vitesse propre et absolue. Si, au moment où elle quitte le plan attractif, la vitesse est tout-à-coup augmentée ou diminuée, elle décrira, dans la plage attractive, une trajectoire (que j'appellerai *réfractionnelle*). Si la vitesse ajoutée ou retranchée varie, la réfractionnelle varie. Que

du même point du plan, la particule parte successivement avec sa vitesse propre et absolue, avec cette vitesse augmentée, avec cette vitesse diminuée, elle décrira trois différentes réfractionnelles, et sortira de la plage attractive sous trois différentes directions.

Soit *AB* (fig. 5) le plan attractif, et $\alpha\beta$ la limite de la plage attractive; la particule émergente *E* décrira successivement (avec les vitesses initiales Ev, Ev'. Ev'') les trois réfractionnelles Et, Et', Et'', et sortira aux points t, t', t'' par les tangentes de ces trois courbes à ces trois points respectivement.

§ 9. Avant de considérer le dernier cas dont je dois m'occuper, qui est aussi le cas réel de l'expérience (§ 1er), je commencerai par limiter ce cas à l'aide d'une nouvelle hypothèse, ajoutée à celle dont j'ai constamment usé jusqu'ici (§ 2). Dans tout ce qui précède, j'ai employé, pour désigner la trajectoire du rayon dans la plage d'attraction, un mot qui laisse dans la plus grande indétermination la nature de cette courbe, et par conséquent celle de la force dont elle dépend. Je vais maintenant user d'une détermination qui circonscrira beaucoup le champ de nos recherches.

Hypothèse. Je suppose que, *dans toute la plage d'attraction, cette force* est la même, qu'elle *ne varie point par la distance*;

Une conséquence immédiate de cette supposition est que la réfractionnelle est une parabole. Je continuerai néanmoins de lui laisser le nom général dont jusqu'ici j'ai fait usage.

Je n'entreprends pas de justifier cette hypothèse, que j'emploie pour éviter une difficulté, et que j'abandon-

nerai finalement. Cependant je dois faire remarquer, 1° qu'elle se trouve comprise dans la démonstration sur laquelle se fonde la loi de réfraction, et à laquelle j'ai renvoyé ci-dessus (paragraphes 4 et 6); 2° qu'il n'est peut-être pas absurde de supposer que les forces, de la nature de celles qui agissent sur la lumière, sont peu variables dans de très-petits espaces, à peu-près comme la pesanteur peut être supposée constante près de la terre, à des distances peu différentes.

§ 10. Soit une particule émergente douée d'une vitesse propre et absolue. Si, au moment où elle quitte le plan attractif, celui-ci se meut (1) dans la même ligne de direction, et si en conséquence une vitesse relative est ajoutée ou retranchée à celle de la particule, la trajectoire de la particule ne changera pas. Ce sera constamment la même réfractionnelle; mais elle sortira de la plage attractive sous des directions différentes.

Soit AB (fig. 6.) le plan attractif; E la particule émergente; $\alpha\beta$ la limite de la plage attractive; $Et''t$ l'arc de réfractionnelle qu'elle décrit en conséquence de sa vitesse propre et de l'attraction combinées, le plan étant immobile.

Si le plan se meut de AB en $A'B'$ ou en $A''B''$, la limite se transportera de $\alpha\beta$ en $\alpha'\beta'$ ou en $\alpha''\beta''$ respectivement. Ainsi, supposant AB, $A'B'$, $A''B''$, les trois dernières situations du plan, dans ces trois cas respectivement, la particule décrira les trois arcs Et, Et', Et'', d'une seule et même réfractionnelle, et s'échappera par

(1) Toujours parallèlement à lui-même et sur la même ligne de direction (§ 2).

la tangente de ces arcs aux points t, t', t'', respectivement.

Par conséquent, la direction finale de la particule, dans ces trois cas, différera comme diffère celle de la tangente de ces trois arcs.

§ 11. Il est facile de voir que ce résultat (§ 10) n'est pas le même que celui du § 8.

§ 12. Sortons maintenant de notre hypothèse trop limitée (§ 9); si, comme on doit l'admettre, l'attraction suit une fonction inverse de la distance (peut-être la seconde puissance); si en outre le rapport de la vitesse relative additionnelle (celle du plan) à la vitesse propre et absolue de la particule (celle de la lumière) est très-petit (comme de 1 à 10000), on en pourra inférer, 1° qu'à l'approche de la limite, la réfractionnelle est presque une ligne droite; 2° qu'à cette époque, un très-petit arc de cette courbe produit une déviation presque nulle; 3° qu'en conséquence l'expérience a dû probablement donner le résultat qu'elle a donné, c'est-à-dire que la vitesse de la terre, ajoutée ou retranchée, n'a pas dû influer sur la réfraction de la lumière.

Ce résultat, qui n'avait pas été prévu (1), mérite, sous plus d'un point de vue, l'attention des physiciens.

Ayant communiqué ce Mémoire à M. le professeur Schaub, j'ai reçu de lui la note suivante :

Soient (fig. 7) *BC* un plan attirant et qui se meut parallèlement à lui-même, *AN* la direction d'une mo-

---

(1) Biot, l. c.

lécule de lumière, AM la courbe que cette molécule décrit en vertu de l'attraction du plan entre les limites de l'attraction. Je supposerai d'abord le plan immobile, et j'appellerai v la vitesse de la lumière suivant AN, et α l'angle NAP; $AP = x$, $PM = y$; t le temps que la molécule emploie pour aller du point A au point M. Je supposerai encore que la force d'attraction soit en raison inverse de la n^e puissance de la distance. On aura donc pour le point quelconque M de la courbe $x = vt \cos.\alpha$, la force d'attraction

$$\varphi = -\frac{A}{y^n};$$

A étant un coefficient constant qui représente la valeur de φ à la distance 1. Généralement

$$\varphi = \frac{ddy}{dt^2};$$

donc

$$\frac{ddy}{dt^2} = \frac{-A}{y^n};$$

et en intégrant :

$$\frac{dy^2}{dt^2} = \frac{2}{n-1} \times \frac{A}{y^{n-1}} + C;\ dx = v\,dt \cos.\alpha;\ dt = \frac{dx}{v \cos.\alpha}:$$

Substituant cette valeur de dt, on a :

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = \frac{\frac{2}{n-1} \times \frac{A}{y^{n-1}} + C}{v^2 \cos.^2 \alpha};$$

ou en mettant pour A, $-\varphi y^n$,

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = \frac{C}{v^2 \cos.^2 \alpha} - \frac{\frac{2}{n-1}\varphi y}{v^2 \cos.^2 \alpha},$$

lorsque

$$y=0, \frac{dy}{dx}=\text{tang.}\,\alpha;$$

et l'on peut regarder le terme

$$\frac{\frac{2}{n-1}\varphi y}{v^2\cos.^2\alpha}$$

comme nul au point A; on aura donc :

$$\frac{C}{v^2\cos.^2\alpha}=\frac{\sin.^2\alpha}{\cos^2\alpha} \text{ et } C=v^2\sin.^2\alpha;$$

donc

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^2=\text{tang.}^2\alpha+\frac{\frac{2}{n-1}\times\frac{A}{y^{n-1}}}{v^2\cos.^2\alpha}$$

$$\frac{dy}{dx}=\text{tang.}\,\alpha+\frac{1}{n-1}\times\frac{A}{y^{n-1}\,v^2\sin.\alpha\cos.\alpha}-\text{etc.}$$

Or,

$$\frac{dy}{dx}$$

est la tangente trigonométrique de l'angle que la tangente à la courbe en M fait avec l'axe des x, ou avec le plan BC. Si l'on substitue la valeur de A dans l'équation précédente, on a :

$$\frac{dy}{dx}=\text{tang.}\,\alpha-\frac{2}{n-2}\cdot\frac{\varphi.y}{v^2\sin.2\alpha}-\text{etc.}$$

Il faut remarquer maintenant, 1° que la limite de l'attraction étant très-peu distante du plan, la plus grande valeur de l'ordonnée y qui a lieu à cette limite est une quantité extrêmement petite; 2° qu'au-

delà de cette limite $\varphi = o$; d'où il suit que le terme

$$\frac{2}{n-1} \cdot \frac{\varphi . y}{v^2 \sin. 2\alpha}$$

est infiniment petit relativement à *tang.* α. On aura donc, sans erreur sensible,

$$\frac{dy}{dx} = \text{tang.}\, \alpha.$$

La même conclusion aura lieu si le plan se meut parallèlement à lui-même avec une vitesse très-petite relativement à celle de la lumière : en effet, ce mouvement ne peut qu'augmenter y et diminuer φ, ou réciproquement, d'une quantité infiniment petite au dedans de la limite d'attraction, et par conséquent le terme

$$\frac{2}{n-1} \cdot \frac{\varphi . y}{v^2 \sin. 2\alpha}$$

sera encore infiniment petit.

On peut donc conclure de là que, dans tous les cas, *la direction de la lumière en un point quelconque de son cours, compris depuis le point* A *jusqu'à la limite d'attraction, ne différera de la droite* A N *que d'une quantité infiniment petite.*

Note du Rédacteur. J'insérerai, dans un de nos prochains Cahiers, le Mémoire auquel se rapporte l'écrit de M. Prevost qu'on vient de lire. J'essaierai alors de répondre aux observations de ce célèbre physicien, et de montrer que le mouvement de la terre peut réellement produire sur la réfraction des *molécules* de lumière *un effet appréciable.* (A.)

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du mardi 2 janvier 1821.

L'Académie procède à l'élection d'un vice-président pour l'année 1821. M. Gay-Lussac obtient la majorité des suffrages.

M. Jomard adresse une règle divisée analogue à celles dont on se sert en Angleterre pour faire à vue des calculs assez compliqués. Une commission examinera cet instrument et en rendra compte à l'Académie.

M. Dureau de La Malle lit un *Mémoire sur l'origine des céréales, et en particulier sur celle du blé et de l'orge.*

M. Edwarts lit un *Mémoire sur la Respiration et sur l'Influence des saisons sur l'économie animale.* Ce Mémoire sera renvoyé à la commission chargée de décerner le prix de physiologie.

Séance du lundi 8 janvier.

MM. Leslie et Brinckley remercient l'Académie, qui les a nommés correspondans pour les Sections de physique et d'astronomie.

On dépose sur le bureau un *Mémoire* de M. Viliet, de Dijon, *sur une machine hydraulique nouvelle.*

M. David demande qu'on nomme des commissaires pour examiner diverses machines de son invention.

Le Ministre de l'Intérieur transmet une nouvelle copie

du *Mémoire* de M. Petit à substituer à celle que l'Académie a reçue.

M. Arago lit une lettre de M. Berzelius adressée à M. Berthollet sur les expériences de M. OErsted (*Voyez* le premier article de ce Cahier.)

Au nom d'une commission, M. Duméril fait un rapport sur une *Théorie nouvelle de la fièvre jaune*, par un anonyme.

L'auteur du Mémoire (il avertit qu'il n'est pas médecin), pense que les fièvres des tropiques perdraient de leur malignité si les Européens atteints de ces fièvres pouvaient être, au moment de l'invasion, transportés dans une atmosphère à-peu-près semblable à celle du pays où ils ont habituellement vécu. La fâcheuse prérogative qu'ont les Européens nouvellement arrivés entre les tropiques, d'être spécialement frappés par la fièvre jaune qui n'atteint presque jamais les nègres, ni les races engendrées par le mélange des blancs et des noirs, est citée par l'auteur du Mémoire comme une circonstance qui donne à son opinion un très grand degré de probabilité.

M. Ampère lit un *Mémoire contenant le calcul de l'action qu'exerce sur un petit aimant qui ne peut que tourner autour de son centre d'inertie dans un plan horizontal, un fil conducteur, incliné à l'horizon et situé dans un plan vertical passant par le centre d'inertie du petit aimant.*

M. Cassini fils lit un *premier Mémoire sur l'Embryon des graminées.* (La suite du Mémoire sera lue dans la séance prochaine.)

M. La Borne lit une *Note sur l'aimantation par l'électricité.*

M. La Borne a fait ses expériences avec un fil conjonctif rectiligne sur lequel il plaçait transversalement l'aiguille qu'il voulait aimanter ; telle est aussi la disposition qu'avait d'abord adoptée les personnes qui les premières se sont occupées de ce genre de phénomènes : les spirales ont été ensuise substituées aux fils droits, parce qu'elles communiquent pour une charge électrique donnée, des doses de magnétisme beaucoup plus intenses. Voici une expérience de M. La Borne, qui, sans ajouter rien d'essentiel à ce que nous connaissons sur l'aimantation par l'électricité, mérite néanmoins d'être rapportée.

« J'ai formé, dit ce jeune physicien, avec un fil de » fer non recuit, une hélice autour d'un tube de verre; » j'ai fait passer le fil qui devait communiquer avec les » deux armures d'une bouteille de Leyde, par l'axe de » cette hélice. Alors chaque élément de l'hélice se trou» vait à la même distance du fil de décharge et à-peu-près » perpendiculairement à ce dernier. Il résultait de là » qu'en faisant passer une décharge par le fil situé dans » l'axe, toutes les parties de l'hélice devaient se trouver » aimantées à la fois, de sorte que, développant l'hélice, » on devait trouver le pole austral à une des extrémités » et le pole boréal à l'autre. Considérant que le fil ployé » en hélice a une direction générale dans le sens de l'axe, » on pouvait penser que cette hélice serait magnétique, » et dans le même sens que le fil développé. Ces résultats » ont eu lieu en effet..... Une telle hélice présente le cas » singulier d'un aimant flexible, élastique, qu'on peut » ployer, allonger, accourcir, et qui, suivant la théorie » généralement admise, doit cesser d'agir comme aimant » sur une aiguille de boussole, si, en joignant les deux

» extrémités, on en forme un anneau : c'est en effet ce
» qui arrive, du moins sensiblement. Une hélice ainsi
» ployée s'arme d'elle même : c'est un moyen de lui faire
» conserver son magnétisme. »

On voit que, dans cette expérience, au lieu d'aimanter, comme le faisait M. Arago, un fil d'acier intérieur par des étincelles transmises le long des spires de l'hélice, on aimantait une hélice de fer par la décharge communiquée à un fil rectiligne intérieur; du reste, on observait ici tous les changemens que M. Arago a décrits, et dépendans du sens de l'hélice et de la direction du courant électrique.

L'Académie nomme au scrutin les commissions qui jugeront les pièces envoyées au concours pour les prix relatifs à la *maturation des fruits*, à la *statistique* et à la *physiologie*.

Séance du lundi 15 janvier.

On dépose sur le bureau, 1° un *Mémoire* manuscrit de M. Dutrochet *sur l'Accroissement et la reproduction des végétaux phanérogames*;

2°. Un ouvrage imprimé intitulé : *Expériences sur les voies par lesquelles les substances passent de l'estomac et des intestins dans le sang.*

Ces deux écrits sont destinés à concourir pour le prix de physiologie.

M. Duméril, au nom d'une commission, fait un rapport très-favorable sur quatre *Mémoires relatifs aux Altérations organiques du cœur*, que M. Bertin avait présentés à diverses époques.

M. Berthollet, au nom d'une commission, fait un rapport sur les recherches de M. Chevreul. (Nous insérerons textuellement ce rapport à la suite de l'extrait des séances.)

M. Mongez lit une *Notice sur l'Aune de Provins en Brie, transportée et employée en Angleterre.*

M. Ampère donne de nouveaux détails sur les calculs qu'il avait présentés dans la séance précédente.

M. de Cassini continue la lecture de son Mémoire.

On nomme au scrutin les deux commissions qui doivent adjuger les prix de mécanique et d'anatomie.

Séance du lundi 22 janvier.

On lit une lettre de M. Warren, datée de Pondichéry : la Société de Calcutta entretiendra désormais une correspondance directe avec l'Académie.

M. Arago annonce que M. Nicollet a découvert une nouvelle comète. (*Voyez* les élémens de l'orbite de cet astre dans le Cahier de janvier.)

M. Cassini fils continue la lecture de son Mémoire.

M. Grimaud lit la seconde partie d'un ouvrage qu'il a composé sur la rage.

Séance du lundi 29 janvier.

M. le Ministre de l'Intérieur soumet à l'Académie les tableaux de la tontine projetée par MM. Pallard et Audeaud.

M. d'Urville, officier de marine, lit un *Mémoire sur la Campagne hydrographique de la gabarre commandée par le capitaine Gauttier.*

La Section de minéralogie présente, en comité secret, la liste suivante de candidats pour la place de correspondant vacante par la mort de M. Palassou (1).

MM. Daubuisson, à Toulouse; Frensleben, à Freyberg; Brocchi, à Rome; Breislak, à Milan; Weiss à Berlin; Haussman à Gœttingue; Jamesson à Edimburgh; Raumer à Breslau.

Rapport *fait à l'Académie sur un Mémoire intitulé :* Recherches chimiques sur les Corps gras, et particulièrement sur leurs Combinaisons avec les alcalis.

Par M. Chevreul.

Nous devons, M. Thenard et moi (M. Berthollet), rendre compte à l'Académie d'un Mémoire de M. Chevreul qui établit les résultats d'une série d'expériences sur les corps gras, expériences qui ont été suivies avec autant de persévérance que de talent dans sept Mémoires qui ont précédé celui-ci.

Ce nouveau Mémoire contient lui-même un grand nombre de recherches qu'on ne pourrait analyser sans tomber dans des détails qui fatigueraient l'attention.

---

(1) Depuis qu'on a procédé au remplacement, l'Académie a appris que la nouvelle, qui lui était parvenue, de la mort de M. Palassou était heureusement fausse. La Section de Minéralogie a donc, maintenant, un correspondant de plus que le nombre fixé par les règlemens.

Nous serons donc obligés de nous borner à des considérations générales, quoiqu'elles ne donnent qu'une idée imparfaite du travail important de M. Chevreul.

L'auteur a, dans ses Mémoires précédens, examiné les corps gras, non-seulement sous le rapport de leurs propriétés physiques, et de leur solubilité dans l'alcool, mais encore sous celui de la manière dont ils se comportent avec les bases salifiables. Il a fait connaître les effets chimiques de l'action des alcalis sur les corps gras, dont quelques-uns résistent à cette action, pendant que d'autres en éprouvent des changemens considérables, et il a fait voir que la graisse, le beurre, les huiles se réduisent à un petit nombre de principes immédiats dont les plus abondans sont une matière huileuse fluide à zéro du thermomètre, qu'il a appelée *élaïne*, et une matière fluide à environ 18°, qu'il a appelée *stéarine*. Il a comparé entre elles, sous tous les rapports, les élaïnes et les stéarines des différens corps gras, et il a soumis à un examen sévère les agens qu'il a employés pour la séparation des principes immédiats.

Le Mémoire dont nous nous occupons est divisé en deux parties.

La première contient la description du procédé que l'auteur a suivi pour analyser les corps gras, en les brûlant par le peroxide de cuivre.

La seconde partie est divisée en trois chapitres. Dans le premier, après avoir donné la composition élémentaire des graisses d'homme, de porc, de mouton, ainsi que celle des principes immédiats des deux dernières, l'auteur fait connaître la composition élémentaire des produits de leur saponification, et il explique par là les changemens

que ces graisses éprouvent dans la saponification. Le second chapitre est consacré à la cétine, et aux changemens qu'elle éprouve de la part de la potasse. Enfin, le troisième chapitre traite de la composition de la cholestérine.

Dans la première partie, l'auteur entre dans tous les détails du procédé que l'on doit à M. Gay-Lussac pour analyser les substances organiques, au moyen de la combustion produite par le peroxide de cuivre, et qu'il regarde comme l'un des plus propres à porter cette analyse à sa perfection.

Comme, par ce procédé, on tend à déterminer avec la plus grande précision les principes élémentaires des substances organiques, on doit porter l'attention la plus scrupuleuse sur les dimensions, sur la réunion, sur l'état hygrométrique des différentes parties de l'appareil, sur les différens produits que l'on obtient de l'opération, sur leur volume, leur poids, leur état hygrométrique. Les observations de l'auteur sur ces différens objets sont non-seulement propres à inspirer une grande confiance dans ses résultats, mais elles serviront encore à guider ceux qui voudront exécuter un procédé dont l'exactitude est si avantageuse à l'analyse des substances végétales et animales.

Dans la seconde partie, il soumet à l'analyse les graisses d'homme, de porc et de mouton, et il compare les élémens de leurs principes immédiats avec ceux des produits de la saponification.

Il résulte de ces recherches, 1° que la graisse d'homme et de porc contient à très-peu près la même proportion d'élémens; que la graisse de mouton contient plus de

carbone et d'hydrogène, et que, dans les trois graisses, le carbone est à l'hydrogène en volume à très peu près : : 10 : 18 ; ce qui approche des élémens de l'hydrogène percarburé.

2°. Que les stéarines contiennent moins d'oxigène, et plus de carbone et d'hydrogène que les élaïnes, et que le rapport du carbone à l'hydrogène dans les stéarines est de 10 : 18, pendant qu'il est un peu plus faible dans les élaïnes.

3°. Que la somme du poids de la graisse saponifiée et du principe doux, qui sont le résultat de la saponification de différentes espèces de graisses, est plus grand que le poids de la graisse employée.

Si l'on se rappelle que la saponification se fait dans le vide sans autre substance que la graisse, la potasse et l'eau, et qu'elle s'opère sans dégagement d'hydrogène et d'oxigène, il faut nécessairement admettre la fixation de l'eau dans un des produits de la saponification.

Des tableaux comparatifs de tous les produits et de leurs élémens, soit en poids soit en volume, établissent ces conséquences, et l'auteur observe que, dans les graisses acidifiées, l'hydrogène est au carbone dans le rapport des élémens de l'hydrogène percarburé.

Lorsqu'on chauffe doucement avec du massicot les acides margarique et oléique, et conséquemment les graisses acidifiées qui sont formées de ces acides, il se dégage une quantité d'eau qui, comme l'auteur le fait voir, est formée de la combinaison de l'hydrogène de ces acides avec l'oxigène du massicot, ou bien qui se dégage simplement par la combinaison du massicot avec les acides secs. L'auteur adopte et appuie cette dernière opinion.

Il expose dans des tableaux comparatifs les élémens des graisses naturelles et des produits de leur saponification, soit des acides margarique et oléique; il résulte de leur comparaison :

1°. Que, dans les trois acides margariques qu'il a examinés, le carbone est à l'hydrogène sensiblement dans le rapport des élémens de l'hydrogène percarburé;

2°. Que l'oxigène de l'acide margarique de mouton est à l'oxigène des acides margariques d'homme et de porc à très-peu près :: 1 : 1 $\frac{1}{2}$. D'après cette observation, l'auteur propose d'imposer à l'acide margarique de la graisse de mouton le nom d'*acide margareux*.

3°. Que, dans les acides oléiques d'homme et de porc, il y a plus d'oxigène que dans l'acide margarique, et que dans celui de mouton il y en a plus que dans l'acide margareux.

Il est remarquable que la composition de l'acide oléique est représentée par de l'hydrogène percarburé, plus de l'oxide de carbone.

Il semble bien que l'acide oléique de mouton contient moins d'oxigène que ceux d'homme et de porc; mais la différence n'a pas été assez marquée pour établir entre eux une distinction comme pour les acides margarique et margareux.

L'auteur compare ensuite les principes des stéarines et des élaïnes avec ceux des acides margarique et oléique, et il établit les rapports qui existent entre les premiers et les acides qui en proviennent; il détermine, d'après cela, comment leur transmutation doit s'opérer, de même que la production du principe doux qui a lieu en même temps.

Il résulte des considérations qui ont précédé que, lorsque la potasse ou toute autre base alcaline agissent sur les graisses qui ont été examinées, la plus grande partie du carbone et de l'hydrogène, dans un rapport très rapproché de celui des élémens de l'hydrogène percarburé, retient une portion d'oxigène pour constituer les acides margarique et oléique, tandis que le reste des élémens de la graisse, c'est-à-dire, du carbone, de l'hydrogène, et une quantité d'oxigène qui paraît inférieure de moitié à celle qui serait nécessaire pour brûler cet hydrogène, forment le principe doux en fixant probablement une portion d'eau.

Nous regrettons de ne pouvoir suivre l'auteur dans une ingénieuse discussion dans laquelle il examine les motifs qui doivent déterminer à considérer les substances organiques, non comme formées de trois ou quatre principes élémentaires, mais comme composées de deux principes qui se combinent à la manière des acides et des alcalis, et d'un comburant avec un combustible. Il pense donc qu'il est au moins avantageux, pour fixer les idées et établir des rapports de composition, de considérer l'acide margarique et l'acide margareux comme des composés d'oxigène et d'hydrogène percarburé, ainsi que M. Gay-Lussac a heureusement représenté la vapeur alcoolique, l'éther sulfurique, l'éther hydrochlorique, l'éther chlorurique par de l'hydrogène percarburé uni, dans les deux premiers, à de l'eau; dans l'éther hydrochlorique, à de l'acide hydrochlorique; dans l'éther chlorurique, à du chlore : mais il croit que l'acide oléique doit être considéré comme un composé d'hydrogène percarburé et d'oxide de carbone.

Ces considérations le conduisent à développer les principes qui doivent guider dans l'analyse des corps organiques, et par lesquels on doit établir, 1° quel doit être le radical qu'il faut admettre dans leur composition ; 2° quelles sont les propriétés physiques qui dérivent de cette composition ; 3° quelles sont les propriétés chimiques qu'ils présentent, pendant qu'ils n'éprouvent aucun changement dans cette composition ; 4° les propriétés qu'ils présentent quand ils éprouvent une altération quelconque dans leur composition, c'est-à-dire, un changement dans la proportion de leurs élémens. Il indique comment on peut faire l'application de ces principes à divers corps organiques, autres que ceux qui sont l'objet de ses présentes recherches.

Il en fait une application particulière à la cétine, à laquelle son septième Mémoire a été consacré. Il rappelle que, d'après le produit de la saponification de la cétine par la potasse, il a obtenu beaucoup d'acide margarique, une petite quantité d'un acide qui a paru semblable à l'oléique, et un corps gras particulier qui faisait moins de la moitié du poids total. Il compare les proportions des élémens de ce corps gras avec ceux des autres composés combustibles. Il établit les rapports de composition qu'il a avec eux, et il déduit sa formation des principes élémentaires qui constituent la cétine.

Il passe enfin à l'analyse élémentaire de la cholestérine, et il trouve, dans un excès de carbone, la raison pour laquelle la cholestérine ne produit point d'acide margarique quand on l'expose à l'action des alcalis.

Ainsi, M. Chevreul réunit dans ce Mémoire les résultats des analyses des corps gras et des produits de leur sapo-

nification, qu'il avait exposées dans les sept Mémoires précédens. Il les compare; il déduit des proportions des principes élémentaires de la nature des principes immédiats qui en résultent, la raison des propriétés physiques des corps gras qui sont composés de ces principes immédiats, et celle des changemens que leur fait subir l'action des alcalis, ou de la résistance qu'ils lui opposent. Cette série de recherches délicates sur un genre très-étendu de corps dont on n'avait point approfondi l'analyse, nous paraît devoir être mise au rang des acquisitions les plus importantes de la chimie. Nous pensons donc que ce Mémoire mérite, ainsi que ceux qui le précèdent, d'être imprimé parmi ceux des Savans étrangers.

Signé à la minute, THENARD; BERTHOLLET, *Rapporteur.*

L'Académie approuve le rapport, et en adopte les conclusions.

Paris, le 15 janvier 1821.

SUR *les Sons auxquels certaines oreilles sont insensibles.*

Par le Dr WILLIAM HYDE WOLLASTON.

(Traduit des *Transact. philosoph.* de 1820.)

MON objet n'est pas d'occuper la Société de cette insensibilité générale à l'égard de tous les genres de sons, qui constitue la surdité ordinaire; mais je réclame son attention sur certaines particularités relatives à une in-

sensibilité partielle que j'ai observée dans divers états de l'oreille et chez différens individus. J'ai trouvé, en effet, qu'une oreille qui pourrait être regardée comme parfaite à l'égard de la généralité des sons, est souvent tout-à-fait insensible à quelques sons particuliers qui occupent l'une ou l'autre des deux extrémités de l'échelle musicale : l'audition ou la non-audition de ces sons paraissent dépendre alors uniquement de la fréquence des vibrations qui les constituent : leur plus ou moins grande force est ici sans influence.

Quoique les personnes atteintes de la surdité ordinaire aient une perception imparfaite de tous les sons en général, le degré d'imperfection n'est pas le même à l'égard de chacun en particulier; on verra, en effet, avec un peu d'attention, que ces personnes entendent mieux les sons aigus que les sons graves; la voix des femmes et des enfans que la voix ordinaire des hommes faits: aussi, ceux qui parlent habituellement à des sourds ont machinalement reconnu ces différences, et, sans réfléchir sur les motifs qui les guident, adoptent un son de voix très-aigre, avec lequel ils se font plus facilement entendre que s'ils se contentaient seulement de parler plus fort.

En cherchant à étudier cet état particulier de l'organe, qui se présente quelquefois comme une maladie, j'ai trouvé qu'on pouvait amener momentanément une oreille saine à un degré d'insensibilité analogue relativement aux sons bas. J'ai été conduit pour la première fois à ce résultat, en essayant d'affaiblir la sensibilité de mon oreille pour découvrir la cause de la surdité d'un de mes amis. Quand la bouche et le nez sont fermés, si l'on tente avec force de prendre haleine, par suite de la dilatation de la poitrine le

tympan se vide, et l'on sent aussitôt la pression de l'air extérieur sur la membrane tympanienne : or, dans cet état de tension de la membrane, l'oreille est insensible aux sons graves, sans avoir perdu en aucune manière la faculté de percevoir les sons aigus.

On peut maintenir un certain temps l'état dans lequel l'oreille se trouve ainsi amenée par la soustraction de l'air, sans un effort continuel d'inspiration, et même sans s'interdire de prendre haleine : car, si l'effort cesse subitement, le passage intérieur de l'oreille se ferme par le tube d'Eustache, qui, à cause de sa flexibilité, agit comme une soupape et empêche le retour de l'air dans le tympan. Comme ce défaut est volontaire, le remède l'est également : la désagréable sensation d'une pression sur le tambour et la surdité partielle qui en résulte, disparaissent à l'instant où l'on avale quelque chose; car alors le tube s'ouvre, et, en donnant un libre passage à l'air, rétablit cet équilibre de pression sans lequel l'oreille n'exerce pas convenablement ses fonctions.

Dans les essais auxquels je me suis livré pour déterminer jusqu'à quel point ce genre de surdité peut être poussé, il s'est présenté des obstacles tenant à la difficulté d'obtenir des sons suffisamment purs pour cet objet. Les instrumens à corde, par exemple, sont assez défectueux à cet égard; et à moins que les notes produites ne soient libres de tout mélange avec celles des cordes plus courtes, on peut se tromper dans l'estimation de la note la plus grave qu'on entend. Je me hasarde néanmoins à dire, en toute confiance, que mes oreilles peuvent être rendues insensibles à tous les sons inférieurs à celui qui est marqué *F by the base cliff*. Toutefois, comme j'ai

contracté l'habitude de ce genre d'expériences, il est probable que ceux qui voudront les répéter ne parviendront pas à produire aisément un vide aussi parfait que moi : lorsqu'on se renferme dans certaines limites, l'expérience ne présente point de difficulté; l'effet est singulièrement frappant, et peut être comparé à la séparation mécanique qu'on opère avec un tamis entre de gros et de petits corps. Si je frappe une table placée devant moi avec le bout de mon doigt, les planches donnent un son grave et sourd. Si je frappe avec l'ongle, il se produit en même temps un son aigu, engendré par les vibrations plus rapides des parties qui entourent le point de contact. Quand il n'y a plus que très-peu d'air dans l'oreille, ce dernier son est le seul qu'on entende et on ne soupçonne pas même le son plus grave que donne la table entière. En écoutant, dans les mêmes circonstances, et avec attention, le bruit d'un carrosse qui roule, on remarquera que l'oreille vide d'air n'entend pas le roulement sourd que produit le corps du carrosse, tandis qu'on entend au même moment, et aussi bien que d'ordinaire, le bruit d'une chaîne, ou celui d'un écrou imparfaitement serré.

Je ne présenterai certainement pas cette expérience comme propre à perfectionner les effets de la bonne musique; toutefois on y trouvera une source d'amusement et le moyen de faire abstraction de quelques parties imparfaitement exécutées; j'ai en effet répété mes essais dans un concert, et ils m'ont donné des résultats singuliers : aucun des sons aigus n'est alors perdu; mais, par suite de la suppression de la grande masse des tons graves, les sons aigres deviennent si sensibles, qu'on entend le

bruit des clefs d'un mauvais instrument, et jusqu'à ce frémissement particulier que fait une corde sur laquelle se promène un archet peu exercé.

Ceux qui essaient, pour la première fois, de vider d'air leurs oreilles, éprouvent presque aussitôt les effets de la pression extérieure sur la membrane du tympan; mais il est assez difficile, quand on n'en a pas la pratique, d'obtenir, par un abandon brusque de l'effort d'inspiration, que le tube d'Eustache se ferme sur-le-champ, et que le vide se conserve : on éprouve aussi quelque peine à s'abstenir long-temps d'avaler la salive : l'action d'avaler met immédiatement fin à l'expérience.

On peut observer que la tension excessive du tympan ne dépend pas toujours de la raréfaction de l'air intérieur, et qu'elle est quelquefois produite par un accroissement subit de la pression extérieure, comme on le remarque dans la cloche à plongeur, aussitôt qu'elle s'enfonce sous l'eau; cette pression occasione la fermeture du tube d'Eustache, et, à mesure que la cloche s'enfonce, donne lieu sur le tympan à un degré de tension extrêmement douloureux. Ceux qui ont l'habitude de travailler sous l'eau, trouvent probablement, dans l'action d'avaler ou de bâiller, l'art d'ouvrir à volonté le tube d'Eustache. On doit croire que, dans cet état artificiel de tension, la surdité relative aux tons graves a également lieu : mais je n'ai jamais eu l'occasion de le vérifier par des expériences directes.

Pour une oreille saine et dans l'état naturel, la faculté de discerner les sons graves ne paraît pas avoir de limite tranchée. Si on fait diminuer graduellement et suivant une progression lente le nombre de ces pulsations

de l'air qui constituent les sons, on n'assignera pas facilement, quelque soin qu'on y apporte, le point où il faut s'arrêter pour que ces sons cessent de produire un effet musical : cependant, à moins d'un défaut palpable dans l'organe, on est encore sensible aux mouvemens de vibration, alors même qu'ils sont devenus de simples tremblemens capables d'être appréciés par le tact et presque comptés.

Portons, au contraire, notre attention sur ce qui arrive à l'autre extrémité de l'échelle des sons perceptibles, et cherchons sur un grand nombre de personnes quels effets sont produits par une série de tubes capables de donner des sons de plus en plus aigus et qu'on met successivement en jeu; nous trouverons ainsi, sans sortir des limites des tons employés par les musiciens, des différences frappantes entre les facultés de divers individus, quoique leurs organes paraissaient, à d'autres égards, également parfaits : ceci nous conduit a admettre que la faculté d'entendre est beaucoup plus restreinte relativement aux sons aigus qu'on ne l'a supposé jusqu'ici, et qu'elle a, dans chaque cas, une limite déterminée et peu distante des sons ordinaires.

Il y a déjà quelques années que j'ai eu l'occasion de remarquer cette surdité partielle que je supposais alors être particulière à l'individu sur lequel portait mes observations. Pendant que je m'occupais de l'étude de certains sons très-aigus, je vis qu'un de mes amis était tout-a-fait insensible au son produit par un petit tuyau d'orgue; et cependant ce son était fort loin des limites d'audition relatives à mon organe, et à ceux de plusieurs personnes de ma connaissance. Par un examen subséquent, il fut re-

connu que l'ouie, chez l'individu en question, ne s'étendait pas au-delà d'une note correspondante à quatre octaves au-dessus de l'*E* moyen du forte-piano. Mon ami entendait encore cette note, quoique imparfaitement; mais il ignorait absolument l'existence de la note *F* au-dessus, quoique, à d'autres égards, son ouie, même appliquée à la perception de la musique, fût aussi correcte que chez la plupart des hommes.

La remarque accidentelle que je fis de cette particularité dans l'audition, me rappela qu'étant encore enfant, un de mes proches parens me dit qu'il n'avait jamais pu entendre le gazouillement produit, à ce que je crois, par le grillon des champs (*grillus campestris*), et qui a lieu dans les haies pendant les soirées d'été. J'ai quelques raisons de penser que la sœur du parent en question n'entendait pas non plus ces tons aigus, et néanmoins dans aucun des deux on n'apercevait la moindre trace de surdité à l'égard des sons ordinaires.

Le second exemple de ce genre que j'aie rencontré était plus remarquable encore, puisque, suivant toute apparence, la surdité commençait une ou deux notes moins haut que dans le premier cas. Ce renseignement m'a été donné par deux dames de ma connaissance, dont le père, assurent-elles, n'entendait pas le gazouillement du moineau domestique (*common house-sparrow*). Je n'ai jamais trouvé d'exemples d'une surdité qui embrassât autant de notes aiguës; les individus qui n'entendent pas le criquet (*house-cricket*) ne sont pas communs, quoique son gazouillement soit de plusieurs notes au-dessus de celui du moineau. On trouve au contraire, assez communément, des personnes qui ignorent

que la chauve-souris pousse des cris perçans, ces sons n'ayant jamais produit aucun effet sur leurs oreilles. Le gazouillement que je suppose être celui du grillon des champs me paraît un peu plus aigu que celui de la chauve-souris, et indique conséquemment la limite de l'ouie pour le plus grand nombre d'oreilles : du moins, autant qu'il m'a été possible de l'apprécier, nos facultés dépassent rarement ce terme. Je n'ai pas pu, toutefois, déterminer avec précision le nombre de vibrations qui constituent ces sons, tant parce qu'il est très-difficile de les faire produire à un tuyau, qu'à cause de la difficulté plus grande encore de prononcer sur leur identité.

Le gazouillement du moineau n'est pas toujours également aigu : en général, il m'a paru être de quatre octaves au-dessus de la note *E* du milieu du forte-piano.

Les cris de la chauve-souris sont d'une octave pleine au-dessus de ceux du moineau; je crois que quelques insectes vont une octave encore plus haut que la chauve-souris : il existe, en effet, des sons naturels plus aigus que celui d'un petit tuyau long d'un quart de pouce : or, ce dernier son est d'environ six octaves au-dessus de la note *E* du milieu du piano, et forme la limite au-delà de laquelle je n'entends plus rien. Il ne m'a pas été possible de lui comparer les cris des insectes en question, puisque je n'ai appris leur existence que par quelques jeunes amis qui entendaient un gazouillement dans des circonstances où moi-même je n'entendais absolument rien. Je suppose que ce bruit était produit par le cri de quelque espèce de grillon, qui doit différer du grillon des champs, puisque j'ai souvent entendu à merveille le cri de ce dernier.

D'après les nombreux exemples sur la limite supérieure de l'ouie que j'ai étudiés ; d'après les degrés distincts et successifs que j'ai notés comme résultats d'expériences faites avec plusieurs de mes amis, je suis disposé à croire que, parvenu à la limite de l'ouie, on peut entendre distinctement une certaine note, et ne pas entendre du tout la note immédiatement au-dessus.

Cette transition subite d'une ouie parfaite à une surdité totale, occasione un tel degré de surprise, que des expériences faites devant plusieurs personnes avec une série de très-petits tubes en deviennent très-amusantes. Il est curieux d'observer, dans une réunion nombreuse, les sentimens manifestés successivement par divers individus lorsque les sons approchent de la limite de leur ouie et la dépassent. Ceux qui jouissent d'un triomphe momentané sont souvent obligés de reconnaître que leur petite supériorité ne s'étend pas bien loin.

Quoique je n'aie jamais eu l'occasion de déterminer la limite d'audition des sons aigus dans des personnes au-dessous de vingt ans, je suis cependant persuadé, d'après tout ce qui m'est revenu, que même, dans le plus jeune âge, on peut être sujet à ce genre d'insensibilité. J'ai en effet rencontré plusieurs individus qui n'avaient jamais entendu ni le grillon ni la chauve-souris : or, il paraît plus naturel de supposer que ces cris ont toujours été hors des limites de sensibilité de leurs organes, que d'admettre que jamais ils n'ont été proférés en leur présence.

L'intervalle dans lequel l'oreille humaine est sensible aux sons, depuis les notes les plus graves de l'orgue jusqu'aux derniers cris connus des insectes, comprend plus de neuf octaves ; à la limite supérieure, les vibrations

ont six ou sept cents fois plus de rapidité qu'à la limite opposée, et cependant ces vibrations et toutes les intermédiaires produisent des sensations distinctes pour la plupart des oreilles.

Puisqu'il n'y a absolument rien, dans la constitution de l'atmosphère, qui s'oppose à l'existence de vibrations incomparablement plus fréquentes que celles dont nous avons connaissance, nous pouvons imaginer que certains animaux, tels que les grillons, dont les facultés commencent là où les nôtres finissent, entendent des sons plus aigus que ceux dont nous avons pu apprécier l'existence: il y a peut-être des insectes qui n'ont dans l'audition rien de commun avec nous; ils excitent dans l'air, et leurs sens perçoivent des vibrations de même nature que celles qui constituent les sons ordinaires, mais tellement plus rapides qu'on pourrait dire que ces animaux ont un autre sens: leur oreille et la nôtre sont excitées par le même milieu; mais il est possible que les vibrations lentes auxquelles nous sommes sensibles ne produisent sur eux absolument aucun effet.

Sur *la Dissolubilité et la Cristallisation de la chaux.*

Par M. R. Phillips.

M. Dalton rapporte, dans son *New System of Chemical philosophy*, le fait curieux que la chaux est plus soluble dans l'eau froide que dans l'eau chaude, et il

donne de plus la table suivante, destinée à faire connaître ces différences de solubilité pour diverses températures.

Une partie d'eau à	Prend en chaux,		Prend en hydrate sec de chaux,
15°,6 centig......	$\frac{1}{770}$	....	$\frac{1}{584}$;
54°,4...........	$\frac{1}{972}$	....	$\frac{1}{729}$;
100°,0...........	$\frac{1}{1270}$	....	$\frac{1}{952}$.

« Cette table, observe M. Dalton, conduit à la conclu-
» sion que l'eau à la température de la glace fondante
» dissout deux fois plus de chaux qu'à celle de l'ébul-
» lition. »

M. Dalton n'a pas essayé d'expliquer le fait qu'il avait découvert; M. Brande n'en parle seulement pas dans son *Manuel de Chimie*. Quant à MM. Thomson et Henry, ils citent l'expérience, mais sans essayer d'en rendre compte. M. Murray enfin, dans la dernière édition de son *Traité de Chimie*, observe « que cette circonstance
» est extrêmement singulière; une augmentation de solu-
» bilité par le froid paraît contraire à toute analogie,
» aussi-bien qu'au principe sur lequel la relation de la
» température à la solubilité dépend. »

Dans l'intention de déterminer la dissolubilité comparative de la chaux à diverses élévations du thermomètre, et aussi dans la vue de découvrir autant que possible les causes de ces différences, je préparai de l'eau de chaux à la température de l'atmosphère, qui se trouvait être alors de + 15°,6 centigrades. Une pinte de cette eau, que j'avais filtrée en la garantissant de mon mieux du contact de l'atmosphère, fut décomposée par l'addition d'une solution

de carbonate d'ammoniaque; j'ajoutai ensuite à la liqueur de l'acide oxalique : ce qui me prouva que la totalité de la chaux avait été précipitée par l'acide carbonique du carbonate d'ammoniaque. Ce précipité du carbonate de chaux, lavé et séché, pesait $17^g,3$, équivalant, d'après la table du docteur Wollaston, à $9^g,7$ de chaux : or, comme une pinte d'eau de chaux pèse environ 7300 grains, on voit que l'eau pure à 15°,6 centigrades dissout environ $\frac{1}{752}$ de son poids de chaux ; ce qui s'accorde assez bien avec le résultat de M. Dalton, et encore mieux avec celui du docteur Thomson, qui a trouvé « que 758 grains d'eau » froide dissolvent un grain de chaux. »

Ensuite, ayant fait bouillir une certaine quantité d'hydrate de chaux avec l'eau, je filtrai rapidement et en évitant le contact de l'air autant que possible : une pinte de la liqueur, décomposée comme précédemment à l'aide du carbonate d'ammoniaque, donna 10,5 grains de carbonate de chaux, équivalant, suivant la table, à 5,9 gr. de chaux pure. L'eau bouillante, conséquemment, ne dissout que $\frac{1}{1236}$ de son poids de chaux. Je répétai l'expérience en prenant exactement 10000 grains d'eau de chaux : le carbonate de chaux précipité pesa 14 grains, correspondant à 7,8 grains de chaux pure : l'eau chaude n'en avait donc dissous que la $\frac{1}{1280}^{me}$ partie de son poids, résultat qui s'écarte peu du précédent et du nombre $\frac{1}{1270}^{me}$ que Dalton avait obtenu.

Je préparai de nouveau de l'eau de chaux, en mettant de l'hydrate dans de l'eau ; mais cette fois le liquide était à une température peu supérieure à celle de la congélation. La dissolution ayant été filtrée avec les précautions ordinaires, 10000 grains furent décomposés et donnèrent

27 gr. de carbonate de chaux, ce qui confirme l'opinion avancée par M. Dalton, que l'eau à 0° dissout deux fois plus de chaux que l'eau à 100° : en effet, 27 grains de carbonate correspondent à 15g,2 de chaux : ce qui fait un 650e du poids de l'eau employée à 0° du thermomètre : il aurait fallu trouver un 64°, pour que ce second résultat fût le double de celui qui correspond à l'eau bouillante.

M'étant ainsi convaincu, par ces expériences, de l'exactitude du fait avancé par M. Dalton, je cherchai à en découvrir la cause. Dans cette vue, je préparai, comme ci-dessus, de l'eau de chaux, à une température peu supérieure à 0° centig.; 46 onces de cette dissolution furent placées dans un flacon qui était terminé par un long tube pour éviter que durant l'opération l'acide carbonique de l'atmosphère ne vînt agir sur le liquide ; je fis chauffer jusqu'à l'ébullition : en peu d'instans de petites parcelles blanchâtres se précipitèrent. Lorsque deux onces du liquide furent évaporées, j'arrêtai l'action du feu, et ensuite je laissai refroidir, en évitant avec soin tout contact de l'atmosphère.

Les parties précipitées étaient évidemment cristallines; néanmoins, en raison de leur petitesse, il fut impossible de découvrir la forme qu'elles avaient prise.

Pour déterminer la quantité de chaux qui s'était déposée par la cristallisation, et dans quel rapport elle se trouvait avec la proportion de liquide évaporée, je décomposai, suivant la méthode déjà décrite, à l'aide du carbonate d'ammoniaque, une pinte de l'eau de chaux restante : le carbonate de chaux précipité pesait, après avoir été séché, 8g,6, équivalant à 4g86 de chaux

pure. Il est donc évident que l'action de la chaleur avait déterminé la cristallisation de la chaux, et que la quantité de cette substance qui s'était précipitée est loin de correspondre au liquide évaporé. Avant l'évaporation, l'eau de chaux contenait $\frac{1}{650}$me de son poids de chaux; après l'évaporation de $\frac{1}{13}$me du liquide, la chaux dissoute était réduite à $\frac{1}{1505}$me; en sorte que plus de la moitié de la chaux s'était cristallisée par l'évaporation de $\frac{1}{13}$me de la solution.

La cause de cette cristallisation me paraît résulter de la propriété qu'a la chaleur, dans quelques circonstances, d'augmenter plutôt que de diminuer l'attraction de cohésion. Les affinités qui interviennent dans les expériences en question sont : l'attraction d'agrégation qui existe entre les particules de chaux; la tendance qu'a la chaux à former un hydrate avec une petite portion d'eau, et l'affinité de l'hydrate pour l'eau de solution.

Parmi les cas qui peuvent être cités comme preuve que la chaleur augmente parfois la force d'agrégation, je choisirai le suivant : lorsqu'on décompose le peracétate de fer par l'ammoniaque, l'oxide est promptement redissous par l'acide acétique; mais si l'on fait bouillir l'oxide de fer dans la liqueur, l'acide acétique est incapable de le dissoudre, à cause de la force d'agrégation que les molécules d'oxide ont acquise par l'action du calorique.

La cristallisation n'étant qu'une modification de l'affinité de cohésion, nous pouvons, je crois, supposer que l'affinité cristalline excitée par la chaleur, augmentée par l'affinité de la chaux pour une partie de l'eau, est tellement supérieure à l'affinité de l'hydrate de chaux

pour l'eau de la solution, que la cristallisation doit s'ensuivre. Si la quantité de chaux précipitée était proportionnelle à celle du liquide évaporé, il n'y aurait aucune raison d'admettre l'existence de la cause de cristallisation que je viens d'indiquer.

M. Dalton, au lieu d'échauffer simplement de l'eau de chaux préparée à de basses températures, la faisait bouillir sur de l'hydrate de chaux : sans cela il aurait remarqué la cristallisation de la chaux, et s'en serait servi pour expliquer sa curieuse observation.

Quand je faisais ces expériences, je savais que M. Gay-Lussac avait obtenu la cristallisation de la chaux par l'action de l'acide sulfurique dans un récipient vide d'air; mais j'ignorais qu'on eût parlé de la cristallisation par l'action de la chaleur : j'ai vu depuis que M. Thenard énonce le fait dans son *Traité de Chimie*; toutefois, comme il ne dit point dans quelle proportion cette cristallisation s'effectue, et qu'il ne s'est pas servi de ce phénomène pour expliquer comment il arrive que l'eau froide dissolve plus de chaux que l'eau chaude, j'ai pensé que les détails qui précèdent ne seraient pas tout-à-fait dépourvus d'intérêt.

Note du Rédacteur. M. Phillips cherche à expliquer la moindre solubilité de la chaux à la température de l'eau bouillante qu'à celle de la glace fondante, en admettant que la chaux reçoit, par l'action de la chaleur, un surcroît d'agrégation qui diminue sa solubilité : il se fonde, d'une part, sur ce que, lorsqu'on fait bouillir une dissolution de chaux faite à froid, celle-ci se sépare en partie sous la forme

de cristaux, et de l'autre sur ce que la dissolution évaporée en partie à la température de son ébullition, et ensuite refroidie, contient une quantité de chaux moindre que celle qu'elle aurait dû retenir.

Nous observerons d'abord que l'état cristallin de la chaux ne prouve pas plus que son état pulvérulent; car l'attraction réciproque des molécules est la même dans chaque cas; et il est tout simple que si la chaux est réellement moins soluble à 100° qu'à 0°, elle se sépare de l'eau à mesure que la température s'élève, en prenant une forme régulière, comme cela arrive en général pour toute dissolution saline sursaturée.

Il ne serait pas également facile d'expliquer pourquoi, après l'évaporation à 100° d'une portion de l'eau de chaux, le restant, ramené à la température 0°, contient moins de chaux qu'il n'en doit contenir, en admettant toutefois que l'observation fût exacte; mais les considérations suivantes nous donnent de fortes raisons d'en douter.

Que M. Phillips veuille bien remarquer que la précipitation de la chaux de sa dissolution saturée commence aussitôt que sa température s'élève; qu'elle se sépare sous la forme d'hydrate; qu'elle est identique avec la chaux éteinte, qui, pendant l'acte même de l'extinction, se trouve à une température bien supérieure à celle de 100°; que cette chaux devrait par conséquent avoir une cohésion bien supérieure à celle qui se sépare de sa dissolution aqueuse à 100°, et, par suite, une solubilité moindre; que s'il est une circonstance propre à augmenter la cohésion de la chaux et sa résistance à la dissolution, c'est sa cuisson qui ne se fait jamais qu'à une température rouge; que l'eau à l'état d'hydrate dans les corps favorise plutôt leur dissolution qu'elle ne s'y oppose; que la comparaison qu'il a prise de l'oxide de fer qui se dissout facilement dans l'acide acétique au

moment où il est précipité, et qui s'y dissout mal quand il a été chauffé à 100°, n'est pas exacte ; car il faudrait commencer par prouver que la chaleur augmente également la cohésion de l'oxide de fer seul et de ce même oxide en dissolution, afin de pouvoir expliquer la précipitation de la chaux par la prétendue cohésion de cristaux qui n'existent point encore ; qu'enfin il est très-probable que M. Phillips n'a pas agité assez long-temps les cristaux de chaux avec le liquide d'où ils s'étaient précipités par la chaleur, pour que la saturation fût complète.

Au reste, quoiqu'on ne puisse nier que la cohésion des précipités ne soit augmentée par la chaleur dans un grand nombre de circonstances, on ne peut pas en conclure qu'elle diminuera nécessairement leur solubilité : celle-ci se produira sans doute plus lentement ; mais, en dernier résultat, sa quantité sera généralement la même. Ainsi, le sulfate de magnésie cristallisé se dissout très-rapidement dans l'eau, et lorsqu'il a été fondu, il lui faut au contraire un temps si considérable, qu'on le croirait presque insoluble : cependant l'eau finit par en prendre une aussi grande quantité que du sulfate qui n'a pas été fondu. Ce phénomène est précisément le même que celui de la vapeur qui se détache de l'eau et de la glace, l'une et l'autre à 0° : quoique la différence de cohésion de l'eau dans ces deux états soit très-grande, la force élastique de sa vapeur est exactement la même.

La chaux n'est pas le seul corps qui soit moins soluble à chaud qu'à froid. Le sulfate de soude a un *maximum* de solubilité à environ 33°, et, à partir de ce terme, elle va continuellement en diminuant à mesure que la température s'élève. L'expérience n'a pas été poussée au-delà de 100° ; mais il est très-probable que la solubilité, après avoir atteint un *minimum*, irait ensuite en augmentant.

Nous remarquerons encore que ce phénomène, d'une moindre solubilité à chaud qu'à froid, qui est sans doute plus commun qu'on ne pense, cesse de paraître extraordinaire lorsqu'on se rappelle que la chaleur, d'abord nécessaire pour produire une combinaison, détruit souvent cette même combinaison lorsque son intensité est devenue plus grande : c'est que la chaleur, après avoir exalté les forces attractives des molécules des corps, peut souvent les affaiblir et les changer même en forces répulsives.

Armand Seguin *à MM. les Rédacteurs des* Annales de Chimie et de Physique.

« Messieurs,

» Je dois observer, puisque MM. Pelletier et Caventou ont, dans leur *Mémoire sur le Quinquina*, négligé, avec ou sans intention, de le faire, que c'est à moi qu'est due la découverte des propriétés caractéristiques du principe fébrifuge de cette écorce, et que la lecture à l'Institut des deux Mémoires que j'ai faits sur cet objet a donné à mon illustre ami Vauquelin, dont le génie a toujours vivifié tout ce qu'il a touché, l'idée de vérifier et d'étendre ces premiers travaux. Ces deux Mémoires sont imprimés dans les *Annales de Chimie*, N° de septembre 1804.

» Je réclame de votre justice l'insertion de la citation ou de cette réclamation dans votre journal.

» J'ai l'honneur d'être, etc. »

Lettre *de M.* Pelletier *aux mêmes Rédacteurs.*

« Messieurs,

« En réponse à la lettre que M. Seguin vous a adressée, et dont vous avez eu la bonté de me donner communication, j'ose vous prier d'insérer la note ci-jointe.

» Veuillez agréer, etc. »

La quinine et la cinchonine, bases salifiables trouvées dans les quinquinas, ont, entre autres propriétés, celle de former avec l'acide gallique une combinaison neutre insoluble, et par conséquent de pouvoir être précipitées de leur dissolution par la noix de galle. Mais cette propriété, commune à bien des substances, *n'est caractéristique* que jointe à plusieurs autres. En 1803 et 1804, M. Seguin lut, à l'Académie des Sciences, deux Mémoires *sur le quinquina* et sur les caractères qui distinguent les bonnes espèces. Il remarqua que tous les quinquinas reconnus efficaces en médecine précipitaient par la noix de galle, tandis qu'ils ne précipitaient pas toujours la gélatine ni le sulfate de fer. Cette remarque judicieuse a été très-utile aux pharmaciens, en leur donnant le moyen de reconnaître les bons quinquinas ; mais M. Seguin n'en a pu conclure que par abstraction que le principe fébrifuge du quinquina devait jouir de la propriété de précipiter par *les décoctions de tan, et de ne pas précipiter la gélatine ni le sulfate de fer ;* car ce chimiste, n'ayant nullement isolé le principe fébrifuge, n'a pu lui assigner de caractères. Non-seulement M. Se-

guin n'a pu obtenir à part le principe actif du quinquina ; mais il paraît même avoir eu des idées très-fausses sur sa nature. En effet, dans un troisième Mémoire également lu à l'Institut, M. Seguin, partant de ses premières données, et trouvant dans la gélatine animale les caractères qu'il avait indiqués pour le principe fébrifuge du quinquina, n'hésite pas à présenter la *gélatine* comme très-propre à remplacer cette écorce.

Malgré le peu de rapport qui existe entre le travail de M. Seguin, et celui qui m'est commun avec M. Caventou, je n'aurais pas manqué de citer ce qu'avait fait ce chimiste, comme j'ai dit ce que la science devait à MM. Vauquelin, Gomès, Lauber ; mais, faute de tables générales des derniers volumes, je n'ai pu trouver son Mémoire dans les *Annales*. Il est vrai que je n'ai pas pensé à chercher, dans les volumes de 1816, un Mémoire lu en 1803, et dont je ne trouvais d'indication dans aucun auteur.

Je finirai par une réflexion que tout le monde a pu faire. Si M. Seguin a découvert les propriétés caractéristiques du principe actif du quinquina, pourquoi n'est-il fait mention de sa découverte ni dans le *Traité de Chimie* de M. Thenard, ni dans celui de Thomson ? et pourquoi M. Seguin n'a-t-il pas réclamé contre ces omissions ?

JOURS.	9 HEURES DU MATIN Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	MIDI. Barom, à 0°.	Therm extér.	Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
1	772,32	+ 3,9	94	771,70	+ 7,8	82	771,20	+ 6,8	80	770,39	+ 3,2	94	+ 7,8	+ 2,4	Couvert, brouillard	E.
2	768,20	+ 0,2	93	768,28	+ 1,8	90	767,36	+ 2,1	92	769,15	+ 1,0	94	+ 2,1	— 0,5	Couvert, brouillard.	S.
3	769,36	+ 1,2	94	768,73	+ 3,4	90	767,07	+ 4,6	91	765,73	+ 3,4	94	+ 4,6	+ 0,5	Pluie, brouillard.	S.
4	761,94	+ 3,8	94	760,55	+ 7,2	90	759,50	+ 6.5	94	761,50	+ 5,0	88	+ 7,2	+ 2,5	Couvert.	S O.
5	772,[illegible]	+ 2,5	77	774,54	+ 4,2	43	775,56	+ 4,8	36	778,26	+ 2,0	79	+ 4,8	+ 1,2	Nuageux.	N. E. fort.
6	780,82	— 1,2	89	780,64	+ 2,4	55	779,80	+ 2,5	48	779,64	— 1,6	81	+ 2,4	— 3,2	Beau, brouillard.	N N. E.
7	779,18	— 1,8	81	777,98	+ 1,4	61	777,80	+ 4,0	37	777,97	— 0,5	61	+ 4,0	— 4,3	Beau.	N
8	774,43	— 1,5	77	772,20	+ 5,1	40	770,43	+ 6,9	39	767,95	— 0,6	80	+ 6,9	— 3,5	Beau, brouillard.	N
9	760,40	— 0,8	84	759,95	+ 3,5	62	757,73	+ 3,8	58	758,73	— 1,9	89	+ 3,8	— 1,9	Beau, brouillard	N. faible.
10	761,20	— 1,5	92	762,20	+ 2,8	77	762,29	+ 5,0	63	764,37	— 0,0	95	+ 5,0	— 3,0	Vapeurs et brouill	N.
11	764 83	— 1,6	94	763,90	+ 3,2	80	761,54	+ 5,6	62	762,40	— 0,5	94	+ 5,6	— 1,6	Beau, brouillard.	N.
12	763,44	— 2,5	94	763,57	— 0,0	93	763,08	+ 4,0	77	764,08	— 0,4	95	+ 4,0	— 3,2	Couvert par le brouil.	N.
13	764,80	— 2,4	95	764,60	— 1,8	94	764,18	— 1,6	95	764,60	— 2,1	95	— 1,6	— 2,8	Couv., brouil., givre	O. N. O.
14	765,23	— 1,2	94	765,75	— 0,4	94	765,34	— 0,0	94	765,32	— 1,2	95	— 0,0	— 1,8	Couv., brouil., givre.	O.
15	767,35	— 1,8	94	767,38	— 0,6	95	767,00	— 0,2	94	768,84	— 0,5	95	— 0,2	— 2,0	Brouill épais, givre.	N.
16	770,32	— 1,0	94	770,24	— 0,0	93	769,70	+ 0,2	94	769,76	— 1,0	95	— 0,0	— 1,3	Brouill. épais, givre	N.
17	767,65	— 1,9	94	766,66	— 0,5	94	765,40	— 0,9	93	764,28	— 1,5	93	— 0,5	— 2,3	Couvert, brouillard.	N.
18	761,63	— 3,5	93	761,72	— 2,6	94	761,32	— 2,2	94	762,15	— 1,5	93	— 1,5	— 3,8	Brouill. épais, givre.	N.
19	764,05	+ 1,2	91	764,37	+ 3,6	56	764,00	+ 3,9	53	764,44	— 0,6	57	+ 3,9	— 0,6	Nuageux.	N.
20	764,10	+ 0,1	83	763,75	+ 2,6	54	762,87	+ 3,5	44	761,80	+ 1,0	65	+ 3,5	— 2,5	Très-nuageux.	N.
21	762,34	+ 3,2	90	762,73	+ 5,5	39	762,43	+ 5,0	43	763,12	+ 1,2	56	+ 5,5	+ 1,2	Couvert, brouillard.	N O.
22	763,60	+ 2,0	82	764,47	+ 3,6	69	764,43	+ 4,5	43	766,00	— 0,2	49	+ 4,5	— 0,2	Couvert, brouillard.	N.
23	766,10	— 0,1	75	760,53	+ 3,8	36	763,83	+ 3,5	36	763,40	— 0,3	62	+ 3,8	— 3,5	Beau brouillard.	N.
24	761,52	— 0,4	84	760,50	+ 5,2	50	759,30	+ 6,5	37	759,47	+ 1,5	73	+ 6,5	— 3,8	Légers nuages.	N. E.
25	758,78	+ 1,6	82	758,35	+ 6,1	51	757,32	+ 5,8	52	756,60	+ 3,8	82	+ 6,0	— 2,0	Couvert, brouillard.	N. E.
26	756,93	+ 3,0	81	757,37	+ 3,[illegible]	54	757,07	+ 1,6	50	757,38	— 2,0	64	+ 3,0	— 2,0	Nuageux.	N.
27	754 96	— 3,1	56	753,32	+ 0,5	40	751,83	+ 1,5	28	748,74	— 1,5	48	+ 1,5	— 6,6	Beau.	S. E.
28	742,60	+ 3,8	79	741,64	+ 11,8	70	741,25	+ 11,0	59	744,23	+ 5,0	91	+ 11,8	— 0,8	Très-nuageux.	S. fort.
1	770,08	+ 0,5	87	769,78	+ 4,0	69	768,88	+ 4,7	64	769,37	+ 1,0	85	+ 4,9	— 1,0	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	765,34	— 1,5	93	765,19	+ 0,3	85	764,44	+ 1,2	80	764 87	— 0,8	88	+ 1,3	— 2,2	Moyenn. du 11 au 20.	Terrasse, 10,417
3	758,35	+ 1,2	78	757,99	+ 4,9	51	757,18	+ 4,7	47	757,42	+ 0,9	65	+ 5,3	— 2,2	Moyenn. du 21 au 28.	Cour, 0,487
	765,02	— 0,0	86	764,7[illegible]	+ 2,0	6[illegible]	763,95	+ 3,5	65	764,33	+ 0,3	81	+ 3,[illegible]	— 1,8	Moyennes du mois, + 1,0	

SUITE

Du Mémoire sur la Maturation des fruits.

PAR M. BÉRARD,
Correspondant de l'Académie des Sciences.

J'ARRIVE maintenant à la partie la plus importante peut-être de ce travail, mais aussi la plus difficile : je veux parler de la détermination des changemens chimiques qui ont lieu dans la composition du fruit pendant que la maturation s'opère. J'ai pris ici, comme dans la première partie de ce travail, pour sujet de mes expériences, ces enveloppes charnues et succulentes qui recouvrent les graines de certains arbres, et qui sont plus particulièrement connues sous le nom de *fruit*, dans le langage ordinaire.

Quoique ces fruits aient, dans beaucoup de cas, une constitution anatomique assez différente, cependant on trouve dans tous un tissu fibreux ou celluleux qui forme en quelque sorte leur charpente osseuse. Ce tissu, toujours très-léger, est recouvert par une enveloppe qui est la peau du fruit, et l'intervalle entre les fibres ou les cellules est remplie par une liqueur à laquelle le fruit doit la saveur qui le distingue.

Le tissu fibreux ou celluleux dont je viens de parler, ainsi que la partie solide de la peau, sont ordinairement formés par une substance que je considère comme du ligneux, parce qu'elle jouit des propriétés caractéristiques de ce produit immédiat; elle est, comme le ligneux, d'un

blanc sale, sans odeur ni saveur, insoluble dans l'eau, l'alcool et la plupart des autres dissolvans, etc. Mais elle a plus de légèreté et moins de tenacité; elle est plus facilement soluble dans les dissolutions alcalines : je ne crois cependant pas que ces différences, et quelques autres qu'on pourrait peut-être indiquer encore, puissent autoriser à la faire ranger dans une classe particulière. On sait en effet que presqu'aucun des produits immédiats n'est parfaitement identique dans des végétaux différens. Suivant qu'on les a retirés de l'un ou de l'autre de ces végétaux, ils présentent presque toujours, au contraire, de légères différences dans la forme, la couleur, ou même dans les propriétés chimiques; et si ces petites différences suffisaient pour déterminer des espèces différentes dans les produits qui les ont présentées, la chimie végétale deviendrait bientôt un dédale dans lequel il serait impossible de se reconnaître.

La liqueur qui remplit les vides formés dans le fruit par la disposition des parties ligneuses n'est, dans la plupart des fruits mûrs, autre chose qu'une dissolution dans l'eau, de sucre, de gomme, d'acide malique, de malate de chaux, de matières colorantes de diverses espèces, d'une matière végéto animale, et enfin d'une substance aromatique particulière à chacun des fruits, à laquelle chacun doit l'arome qui le distingue, et sur la nature de laquelle nous ne pouvons, dans l'état actuel de la chimie, nous former aucune idée. Voilà du moins les seules substances que j'ai pu reconnaître dans les pêches, les prunes, les abricots, les poires, les pommes, les cerises, les groseilles, les raisins : il existe cependant, outre ces substances, du tartrate acide de

potasse et du tartrate de chaux dans le raisin, et une petite quantité d'acide citrique dans les groseilles. La dissolution alcoolique d'iode n'a pu me faire reconnaître la présence de l'amidon dans aucun de ces fruits, quoiqu'elle ait été annoncée principalement dans les pommes et les poires.

La composition des fruits n'est donc pas réellement très-compliquée; mais tel est encore l'état de la chimie végétale, que leur analyse présente des difficultés insurmontables. Ainsi, quoiqu'il existe un dissolvant du sucre, l'alcool, qui est tout-à-fait sans action sur la gomme pure, il est cependant impossible de bien séparer la gomme du sucre par l'alcool. Si on traite, en effet, par l'alcool chaud une combinaison de sucre et de gomme, telle qu'elle existe dans les fruits, cette combinaison se sépare en deux autres, l'une de beaucoup de sucre, et d'un peu de gomme qui se dissout dans l'alcool; et l'autre de beaucoup de gomme, et d'un peu de sucre qui se sépare en flocons. En traitant ensuite en particulier chacune de ces deux combinaisons par de nouvel alcool, on les sépare de nouveau en deux nouvelles combinaisons, telles que la proportion de sucre est augmentée et celle de gomme diminuée dans la combinaison dissoute; tandis que le contraire a lieu dans celle qui est restée insoluble. Il semblerait donc qu'en traitant ainsi successivement plusieurs fois par l'alcool une combinaison de gomme et de sucre, on pourrait parvenir à une séparation complète; mais ce moyen, d'ailleurs très-long et très-embarrassant, ne l'opérerait pas, parce que, à mesure que la proportion de gomme diminue dans la combinaison qui s'est dissoute dans l'alcool, elle est

retenue par une affinité plus forte, et devient de plus en plus difficile à séparer; et on pourrait en dire autant de la petite quantité de sucre qui reste unie à la gomme. M. Chevreul a fait le premier cette observation importante, dont j'ai eu bien souvent l'occasion de vérifier l'exactitude.

La séparation de l'acide malique des principes avec lesquels il est uni dans les fruits ne présente pas moins de difficultés. Cet acide a particulièrement une affinité si grande pour la gomme, qu'il peut former avec elle plusieurs combinaisons qui se présentent sous des aspects différens, suivant que la proportion d'acide est plus ou moins forte. Ainsi, lorsqu'on traite par l'alcool le suc desséché d'un fruit très-acide, tel que des cerises vertes, ce liquide dissout une portion d'acide malique et du sucre, s'il y en a, et il se sépare en même temps une substance liquide un peu épaisse et filante: c'est une combinaison d'acide malique et de gomme qu'il est impossible de rendre parfaitement solide, quelque prolongé que soit le desséchement qu'on lui fait éprouver. Si, au contraire, on traite de la même manière le suc desséché d'un fruit mûr peu acide, tel que celui d'une prune, ou abricot, ou poire, la gomme qui se sépare alors par l'action de l'alcool se précipite en flocons qui, lorsqu'ils sont séparés, peuvent devenir solides par un desséchement ménagé. Dans ce cas, la gomme retient encore en combinaison de l'acide malique, mais en quantité beaucoup moindre, de sorte qu'en général, la gomme qu'on sépare ainsi des sucs des fruits contient d'autant plus d'acide qu'elle a moins de consistance.

Ces combinaisons de gomme et d'acide malique, surtout celles dans lesquelles la proportion d'acide est un peu forte, sont solubles dans l'alcool chaud, et ne s'en séparent qu'en partie par le refroidissement, sous la forme d'une substance très-molle, presque liquide, mais visqueuse. Cette propriété doit augmenter encore la difficulté d'analyser les fruits; puisque, quand on veut employer l'alcool pour séparer le sucre de la gomme, la présence de l'acide malique rend cette séparation plus difficile, en déterminant la solubilité d'une plus grande quantité de gomme. L'affinité de la gomme pour l'acide malique est telle qu'elle accompagne cet acide non-seulement dans ses combinaisons avec les bases, mais encore quand on essaie de l'isoler, par un acide minéral, des sels insolubles qu'il a déjà formés. On voit par là combien il doit être difficile de séparer la gomme de l'acide malique qui existe dans les fruits. A la vérité, MM. Braconnot et Houttou-La-Billardière ont donné des procédés ingénieux pour séparer tout-à-fait l'acide malique de la gomme, et ce sont les premiers qui aient obtenu cet acide à l'état de pureté; mais ces moyens sont impraticables pour déterminer les proportions d'acide malique et de gomme qui entrent dans une combinaison de ces deux substances.

Enfin, parmi les substances qui entrent dans la composition des fruits, les matières colorantes contribuent encore à augmenter l'imperfection des analyses. Il n'y a que la matière colorante des fruits verts qui, à cause de son insolubilité dans l'eau et de sa solubilité dans l'alcool, puisse être séparée des autres substances; les autres matières colorantes sont d'une si grande solubilité,

et ont une si grande affinité pour les produits immédiats qui existent avec elles dans les fruits, qu'elles accompagnent chacun de ces produits à mesure qu'on les sépare.

Je ne citerai pas ici tous les essais que j'ai faits pour surmonter les difficultés dont je viens de faire l'énumération, parce qu'ils ont été infructueux. Il a donc fallu renoncer à avoir des analyses exactes des différens fruits, et se contenter de pouvoir donner, le plus approximativement qu'il a été possible, les proportions des produits immédiats qui entrent dans la composition de ces fruits. J'ai, en conséquence, adopté le procédé suivant, duquel je ne pouvais guère espérer d'autre avantage, que l'espoir d'arriver à quelques conséquences importantes par la comparaison des résultats qu'il devait me fournir en l'exécutant sur les mêmes fruits à des époques différentes de leur maturité.

Après avoir séparé la pulpe du noyau ou des pepins, j'en pesais une quantité assez considérable (au moins 100 grammes) qui était broyée dans un mortier de porcelaine vernie, introduite ensuite dans un double sac de linge fin, et soumise à la pression bien graduée d'une petite presse. La pulpe retirée du sac, quand elle ne fournissait plus de liqueur, était de nouveau broyée dans le mortier de porcelaine; on lui ajoutait une quantité d'eau distillée froide assez considérable pour former une pâte très-liquide. Il est remarquable que cette eau était absorbée par la pulpe, surtout celle des fruits mûrs; elle se gonflait et prenait la même apparence qu'avant la première expression. Elle était alors remise dans le sac et soumise à une nouvelle pression. Cette opéra-

tion était encore répétée une fois avec de l'eau froide, et deux fois ensuite avec de l'eau chaude à environ 60°. Par là, j'étais assuré d'avoir extrait du fruit toutes les parties solubles dans l'eau. La pulpe restée dans le sac après la dernière expression, était introduite dans un petit ballon de verre, où elle était traitée par de l'alcool marquant 40°, qu'on portait jusqu'à l'ébullition. Il dissolvait la matière colorante, reste des fruits verts, qui n'avait pas été sensiblement attaquée par l'eau. Si l'on opérait sur un fruit mûr, l'alcool dissolvait aussi la portion de la matière colorante qui était restée adhérente à la pulpe, et quelquefois une petite quantité de substance résineuse. Dans tous les cas, la quantité de substances enlevées par ce dissolvant était très-petite. La pulpe, ainsi épuisée, était desséchée à l'étuve, et pesée : c'était le ligneux formant la charpente solide du fruit.

La liqueur qui avait coulé par les expressions successives de la pulpe était presque toujours bien claire ; on la versait dans un ballon de verre où on lui faisait subir une ébullition de plus d'une heure. Dès que la température approchait de 100°, elle se troublait, et bientôt de nombreux flocons se faisaient remarquer. La substance qui se séparait ainsi était une matière végéto-animale bien caractérisée, surtout par l'odeur de carbonate d'ammoniaque qu'elle répandait lorsqu'on la jetait sur des charbons ardens. En versant un acide dans le suc qui avait coulé de la presse, cette matière ne s'est pas coagulée ; mais elle s'est précipitée de ce suc après quelques instans, par la dissolution aqueuse de chlore. Quand une fois elle a été coagulée par la chaleur, elle n'est plus soluble dans l'eau ; desséchée, elle présente la forme de

petites écailles demi-transparentes comme la corne. Si on l'a séparée sur un filtre et qu'on la dessèche ensuite, elle y adhère fortement. Cette matière paraît ainsi avoir des propriétés qui lui sont communes avec le gluten et avec l'albumine. Elle existe dans tous les fruits; mais est-elle la même dans tous? C'est ce qu'il serait difficile de décider. Elle se séparait quelquefois avec quelques apparences un peu différentes : cela pouvait dépendre de ce qu'elle entraînait dans certains cas, en se précipitant, de la matière colorante. Cette matière végéto-animale est sans doute celle qui provoque la décomposition des fruits après la maturité : elle sert en quelque sorte de ferment.

Après que la liqueur résultant de l'expression du fruit avait été ainsi tenue en ébullition pendant plus d'une heure pour opérer la séparation de la matière végéto-animale, elle était jetée bouillante sur un filtre qui retenait cette matière; elle filtrait toujours très-claire, mais souvent avec peine, surtout lorsqu'elle provenait d'un fruit mûr. Elle était ensuite évaporée à une douce chaleur incapable de brûler les substances dissoutes, jusqu'à consistance sirupeuse, et portée aussitôt dans une étuve, où elle était desséchée autant que possible à une température d'environ 70°. La masse qui en résultait était en général un peu molle, demi-transparente; elle renfermait toutes les substances solubles dans l'eau contenues dans le fruit : on faisait agir sur cette masse de l'alcool (à 40°) bouillant, qui dissolvait le sucre et une partie de l'acide malique. La dissolution alcoolique se troublait souvent par le refroidissement, et laissait déposer, après un repos de douze heures, une

petite quantité d'une substance molle, filante, qui était une combinaison de gomme et d'acide malique ; on l'ajoutait à la gomme que l'alcool n'avait pu dissoudre. La dissolution alcoolique claire était ensuite évaporée à siccité avec ménagement pour ne pas brûler le sucre; l'évaporation se terminait dans l'étuve. Ce sucre était de nouveau traité par l'alcool un peu plus rectifié et chaud. Il en séparait un peu de gomme qui restait insoluble, et qu'on réunissait à la première. La nouvelle dissolution alcoolique était évaporée autant que possible. Le résultat de cette évaporation était le sucre qu'on desséchait à l'étuve pendant très-long-temps; après quoi il était pesé. Parmi les fruits que j'ai analysés, le raisin, la figue et la pêche, à l'état de maturité, sont les seuls dont le sucre ait cristallisé en partie. Les cristaux de sucre provenant de ces trois fruits m'ont paru identiques. Le sucre extrait des pommes, poires, groseilles, cerises, abricots, prunes, est, au contraire, liquide et incristallisable. Le sucre obtenu par les opérations que je viens d'indiquer contenait de l'acide malique que l'alcool avait dissous en même temps, et dont il fallait connaître la quantité. Pour y parvenir, on dissolvait dans l'eau le sucre qui avait été pesé ; cette dissolution était d'abord neutralisée par de la potasse caustique, et précipitée ensuite par le nitrate neutre de plomb. Le malate de plomb recueilli avec soin, lavé, desséché à l'étuve, et pesé, servait à faire connaître la quantité d'acide malique contenue dans le sucre (1).

---

(1) D'après une analyse du malate de plomb provenant de

Les différentes portions de gomme qui avaient été séparées du sucre par l'opération précédente, étaient réunies et desséchées long-temps à l'étuve. On la traitait ensuite avec de nouvel alcool plus concentré, qui quelquefois dissolvait un peu de sucre, lequel était réuni à celui de l'opération précédente, tandis que la gomme que ce nouvel alcool n'avait point attaquée était portée à l'étuve, où elle était desséchée autant que possible, pour en déterminer exactement le poids. L'expérience m'ayant appris que cette gomme, outre l'acide malique, contenait toujours encore du malate de chaux, on la dissolvait dans l'eau, pour déterminer la proportion de ces deux substances : cette dissolution était divisée avec soin en deux parties égales. L'une était précipitée par l'oxalate d'ammoniaque qui donnait lieu à la formation d'un oxalate de chaux, dont le poids servait à déterminer la quantité de chaux; l'autre moitié de la dissolution, d'abord saturée par la potasse, était ensuite précipitée par le nitrate de plomb; le malate de plomb qui en résultait faisait connaître la quantité d'acide malique. Les quantités de chaux et d'acide malique résultant de ces deux opérations étaient doublées, puisqu'on n'avait agi, dans chacune, que sur la moitié de la dissolution de la gomme, et la somme de leur poids, retranchée du poids qu'on avait d'abord trouvé

---

l'un des fruits soumis à ce genre de recherches, j'ai trouvé que ce sel était composé de :

Acide,	33,26;
Base,	66,74.

à la gomme desséchée, donnait celui de la gomme pure.

Tel est le procédé que j'ai suivi pour apprécier autant qu'il m'a été possible les quantités des différentes substances qui existent dans les fruits : comme ils contiennent presque tous les mêmes produits immédiats, ce procédé n'a eu besoin que de très-légères modifications pour être adapté à l'analyse de chacun d'eux.

J'ai annoncé que j'avais surtout l'intention de comparer entre elles les analyses des mêmes fruits à différentes époques de leur maturité; il était par conséquent très-important que les produits immédiats que je retirais de ces fruits fussent, avant d'être pesés, desséchés d'une manière bien uniforme : c'est ce que j'ai facilement obtenu au moyen de l'étuve de M. d'Arcet, qui est échauffée par une lampe. On en trouve la description dans le *Traité de Chimie* de M. Thenard. Dans celle dont je me servais, la température était constamment maintenue entre 70° et 75°, et les substances y restaient jusqu'à ce que leur poids n'éprouvât plus de diminution.

Quand j'étais obligé de recueillir quelques-unes de ces substances sur des filtres, j'en employais de très-petits faits avec du papier très mince, de manière que leur poids n'excédait pas un gramme. Le filtre, avant de recevoir le précipité, était desséché à l'étuve et pesé. Mais le plus souvent je plaçais l'un dans l'autre deux filtres de même poids, je versais le précipité dans le filtre intérieur, et lorsqu'il était suffisamment lavé, les deux filtres étaient desséchés à l'étuve; l'excès du poids du filtre intérieur sur le poids du filtre extérieur donnait exactement le poids du précipité.

Après être entré dans tous ces détails sur le procédé

d'analyse que j'ai suivi, il me suffira de présenter les résultats qu'il m'a fournis pour les différens fruits auxquels je l'ai appliqué. Voici ceux que j'ai obtenus en opérant sur les abricots à trois époques différentes de leur maturité.

Abricots bien verts.		Abric. plus avancés.	Abricots mûrs.
Matière animale,	0,76	0,34	0,17
Matière colorante verte,	0,04	0,03	jaune 0,10
Ligneux,	3,61	2,53	1,86
Gomme,	4,10	4,47	5,12
Sucre,	des traces.	6,64	16,48
Acide malique,	2,70	2,30	1,80
Chaux,	très-petite quantité dans les trois.		
Eau,	89,39	84,49	74,87
	100,»».	100,»».	100,»».

Pour se faire une idée des changemens qui ont pu s'opérer dans ces fruits, aux différentes époques de leur maturité auxquelles je les pris, il ne suffit pas de comparer entre elles ces trois analyses ; il faut encore, en établissant cette comparaison, ne pas oublier que l'abricot vert, à mesure qu'il avance en maturité, grossit et augmente de poids. Pour pouvoir apprécier jusqu'à un certain point cette augmentation, après avoir détaché de l'arbre les abricots qui ont servi à ma première analyse, j'ai remarqué sur le même arbre un autre abricot qui fût autant que possible au même état de maturité, et qui eût à très-peu près les mêmes dimensions que l'un de ceux que j'avais déjà dans la main. Celui-ci a pesé 23g,851. J'ai donc jugé que celui que j'avais remarqué sur l'arbre devait avoir le même poids,

puisqu'il avait le même volume. Quand il a été mûr, je l'ai cueilli, et j'ai trouvé que son poids était alors de 46g,960. On peut en conclure, sans craindre une trop grande erreur, qu'un abricot tel que les plus verts que j'ai analysés, en arrivant à sa parfaite maturité, doublerait de poids. Il résulte de cette observation et des analyses précédentes, qu'un abricot qu'on supposerait du poids de 100 grammes, et qui, étant pris au même moment que les moins mûrs de ceux que j'ai analysés, aurait la composition suivante :

Matière animale.	0,76	Deviendrait, en mûrissant, du poids de 200 grammes, partagés sur les substances qui en feraient partie de la manière suivante :	0,34
Matière colorante verte,	0,04		jaune 0,20
Ligneux.	3,61		3,72
Gomme.	4,10		10,24
Sucre.	des traces.		33,96
Acide malique	2,70		3,60
Eau.	89,39		147,94
	100,»».		200,»»

En jetant les yeux sur ce tableau, il est facile de reconnaître que, à l'exception de la matière colorante verte, toutes les substances qui composent l'abricot vert se retrouvent dans l'abricot mûr, et même en plus grande quantité. Le sucre surtout a augmenté dans une très-grande proportion. C'est principalement dans les dernières époques de la maturité que cette augmentation dans la proportion du sucre a lieu. La conclusion à laquelle ces observations amènent naturellement, c'est que si la saveur des abricots mûrs est si différente de celle des abricots verts, ce n'est pas que les substances con-

tenues dans celui-ci disparaissent et se transforment en d'autres substances, mais bien parce que l'arbre fournit à l'abricot de nouvelles substances, et surtout du sucre, qui doit, par son agréable saveur, masquer celle des autres substances. La matière colorante verte qui contribue à donner à l'abricot vert le goût d'herbe que nous lui trouvons, est la seule qui disparaisse pendant la maturation; elle se trouve remplacée par une matière colorante jaune. La première a-t-elle donné naissance à la seconde? C'est ce qu'il serait bien difficile de décider, et ce qui me paraît peu important à cause de la petite proportion de ces deux substances dans l'abricot.

Quelque reproche qu'on puisse faire d'ailleurs au procédé que j'ai suivi pour faire l'analyse des abricots, la conclusion que j'en ai tirée ne pourrait, je crois, être contestée, et elle nous montre qu'une analyse même très-exacte des fruits de ce genre, faite à des époques différentes de leur maturité, ne pourrait peut-être pas jeter un grand jour sur l'explication des phénomènes de la maturation, puisqu'il paraît que ce sont les sucs nourriciers qui arrivent dans le fruit qui ont la plus grande part au changement que nous apercevons dans sa composition.

Les analyses que j'ai faites, par le même procédé, des cerises, groseilles, prunes, pêches, en choisissant chacun de ces fruits, d'abord avant la maturité, et en second lieu lorsqu'ils avaient atteint ce terme, m'ont amené exactement aux mêmes conclusions, ainsi qu'on pourra en juger par le tableau de ces analyses que je vais présenter.

Groseilles.

	Vertes.	Mûres.
Matière animale,	1,07	0,86
Matière colorante verte,	0,03	rouge, inconnue.
Ligneux et graines,	8,45	8,01
Gomme,	1,36	0,78
Sucre,	0,52	6,24
Acide malique,	1,80	2,41
Acide citrique,	0,12	0,31
Chaux,	0,24	0,29
Eau,	86,41	81,10.

On n'a pas déterminé la quantité de matière colorante rouge dans les groseilles mûres, parce qu'il a été impossible de la séparer des autres produits. Il existe dans les groseilles de la gelée végétale; mais on a confondu ce produit avec la gomme, avec laquelle il a tant de rapports qu'il est bien difficile de les distinguer, et à plus forte raison de les séparer. Le ligneux doit exister en bien petite quantité dans ces fruits; on a réuni son poids à celui des graines, qui sont si abondantes qu'on n'aurait pas réussi à les enlever. Enfin, il a été impossible d'estimer l'augmentation de poids qu'auraient pu éprouver les groseilles vertes en parvenant à la maturité.

Cerises (royales).

	Vertes.	Mûres.
Matière animale,	0,21	0,57
Matière colorante verte,	0,05	rouge, inconnue.
Ligneux,	2,44	1,12

Gomme,	6,01	3,23
Sucre,	1,12	18,12
Acide malique,	1,75	2,01
Chaux,	0,14	0,10
Eau,	88,28	74,85.

On n'a pu déterminer ni la quantité de matière colorante rouge contenue dans les cerises mûres, ni l'augmentation de poids que les fruits auraient éprouvée depuis l'état dans lequel on les a pris pour la première analyse, jusqu'à la maturité parfaite.

Prunes (Reine-Claude.)

	Vertes.	Mûres.
Matière animale,	0,45	0,28
Matière colorante verte,	0,03	0,08
Ligneux,	1,26	1,11
Gomme,	5,53	2,06
Sucre,	17,71	24,81
Acide malique,	0,45	0,56
Chaux,	des traces.	des traces.
Eau,	74,57	71,10.

Les prunes vertes qui ont été analysées ici étaient peu éloignées de la maturité; on a jugé qu'en mûrissant elles auraient augmenté de poids dans le rapport de 100 à 129.

Pêches (d'été).

	Vertes.	Mûres.
Matière animale,	0,41	0,93
Matière colorante verte,	0,27	» »

Ligneux,	3,01	1,21
Gomme,	4,22	4,85
Sucre,	0,63	11,61
Acide malique,	1,07	1,10
Chaux,	0,08	0,06
Eau,	90,31	80,24.

Les pêches vertes, dans l'état où je les ai prises pour la première analyse, auraient augmenté de poids en mûrissant à très-peu près dans le rapport de 24 à 43.

Je devais m'attendre à tirer des conséquences plus importantes d'analyses semblables faites sur les fruits qui ont la propriété de mûrir par eux-mêmes lorsqu'ils sont détachés de l'arbre qui les a précédemment nourris : dans cette espérance, j'ai fait avec tout le soin possible l'expérience suivante :

J'ai choisi deux poires à très-peu près de même poids et le plus semblables qu'il a été possible, de l'espèce appelée *Cuisse-Madame*. Elles étaient encore bien vertes et bien fermes, mais susceptibles d'arriver d'elles-mêmes à la maturité. L'une d'elles, du poids de $64^{g},230$, a été mise dans un manomètre le 12 août 1820; le thermomètre centig. était à $+ 28^{\circ}$, le baromètre à $0^{m},7610$, au moment où le manomètre a été fermé. Le 29 août suivant, c'est-à-dire, dix-sept jours après, cette poire était devenue couleur de cire, elle paraissait parfaitement mûre. On a donc cherché à examiner le changement opéré dans l'air; le thermomètre était à $+ 24^{\circ}$, le baromètre à $0^{m},7580$, et l'indicateur du manomètre annonçait une condensation dans l'intérieur de $0^{m},009$. Il est facile de reconnaître à ces indications que l'air de

l'intérieur de l'appareil, et dans lequel la poire a mûri, n'a pas sensiblement changé de volume. Son analyse a prouvé qu'il était composé de :

Acide carbonique,	13,52 ;
Oxigène,	7,51 ;
Azote,	78,97.
	100,»».

Cette analyse montre que, sur les 21 centièmes d'oxigène que contenait l'air du manomètre, la poire, en mûrissant, avait changé 13,52 en acide carbonique ; et comme la capacité de ce manomètre était de $7^{\text{lit.}}$,53, il en résulte que la quantité d'acide carbonique qu'il contenait après l'expérience était de 1^{litre},02, quantité qui annonce que la poire, en mûrissant, avait perdu 0^{g},50 de carbone.

On a alors ouvert le manomètre pour en retirer la poire, qui a pesé 63^{g},740. La petite perte de poids qu'elle a éprouvée doit être attribuée au carbone qu'elle a abandonné à l'oxigène de l'air, et à un peu d'eau qui s'est évaporée à sa surface : en effet, après l'expérience, on a remarqué que quelques gouttes d'eau s'étaient condensées sur les parois intérieures du manomètre. La poire a été coupée par le milieu avec un couteau d'argent ; elle a paru bien saine dans toutes ses parties, bien mûre et d'un goût excellent.

La poire qu'on avait choisie pareille à celle-ci avait été analysée. Celle-ci l'a été aussi après qu'elle a été retirée du manomètre. Voici le résultat de ces deux analyses rapporté à 100 parties :

	Poire verte.	Poire mûre.
Matière animale,	0,08	0,21
Matière colorante verte,	0,08	0,01
Ligneux,	3,80	2,19
Gomme,	3,17	2,07
Sucre,	6,45	11,52
Acide malique,	0,11	0,08
Chaux,	0,03	0,04
Eau,	86,28	83,88
	100,»»	100,»».

La première chose qui frappe dans la comparaison de ces deux analyses, et à laquelle on devait, à la vérité, s'attendre, c'est que la proportion de sucre est bien plus grande dans la poire mûre que dans l'autre; et, dans ce cas-ci, il faut bien que le sucre qui s'est ajouté ait trouvé ses élémens dans la poire verte. Aux dépens de quelle substance ce sucre a-t-il été formé? La gomme, dont la proportion a diminué à mesure que la poire a mûri, a bien pu contribuer à sa formation; mais quand la quantité de gomme qui a disparu se serait toute transformée en sucre, elle ne serait pas suffisante pour représenter tout le sucre qui s'est formé. Je ne vois que la partie ligneuse qui puisse avoir contribué aussi à la formation de ce sucre. Ce qui me porterait à admettre cette opinion, c'est que, dans un grand nombre d'analyses que je suis obligé de passer sous silence, parce que les procédés que j'ai employés ne présentent pas assez d'exactitude pour remplir le but dans lequel je les avais entreprises, j'ai presque toujours observé que quand la maturation

des fruits s'opérait d'elle-même, la quantité de ligneux diminuait dans ces fruits. On peut s'apercevoir aisément, d'ailleurs, que ce produit immédiat change beaucoup dans le fruit à mesure qu'il mûrit; d'abord dur et ayant assez de tenacité, il finit par perdre ces deux propriétés, au point que, dans un fruit mûr, il est broyé par les dents avec la plus grande facilité.

La perte de carbone que la poire a éprouvée en mûrissant ne peut être révoquée en doute, puisque nous avons vu qu'elle avait changé une partie de l'oxigène de l'air du manomètre en acide carbonique: or, si cette déperdition du carbone doit être éprouvée ou par le ligneux ou par la gomme, il est bien plus naturel de l'attribuer au premier, qui en contient beaucoup plus que l'autre. Cette diminution de carbone dans le ligneux doit contribuer à le rapprocher du sucre, qui ne diffère du ligneux que par une moindre proportion de carbone. Au reste, il faudrait peut-être des analyses plus délicates pour déterminer d'une manière plus certaine quelles sont les substances qui ont pu être transformées en sucre; mais ce qui me paraît établi par celles que je présente, c'est que la quantité de sucre augmente dans la poire à mesure qu'elle mûrit, tandis que la quantité de ligneux diminue. Le rapprochement des deux analyses porterait aussi à penser que les élémens de l'eau doivent contribuer, en se fixant, soit sur le ligneux, soit sur la gomme, à augmenter la proportion de sucrce.

J'ai fait sur des poires doyenné une expérience tout-à-fait analogue à celle que je viens de décrire. Les résultats en ont été semblables.

Les analyses précédentes, quoique peu fécondes en

résultats importans, m'ont cependant assez occupé pour que je n'aie pu trouver le temps nécessaire pour me livrer à l'étude des phénomènes qui ont lieu quand les fruits blessissent ou pourrissent. Je n'ai fait sur ce sujet qu'une expérience digne d'être rapportée. J'ai analysé, en suivant toujours le même procédé, deux poires de l'espèce Cuisse-Madame, que j'avais d'abord choisies bien mûres, et que j'avais ensuite exposées à l'air libre jusqu'à ce qu'elles fussent entièrement blettes. Dans cet état, elles pesaient ensemble 103 gramm., et elles contenaient les substances suivantes :

Matière animale	0,31 ;
Substance résineuse dissoute par l'alcool	0,06 ;
Ligneux	2,61 ;
Gomme	3,51 ;
Sucre	11,76 ;
Acide malique	0,81 ;
Chaux	des traces.
Eau	83.94.
	103,»».

Quand j'avais choisi ces deux poires mûres pour les exposer à l'air, elles pesaient 134 gramm. ; elles ont donc perdu, en blessissant, 31 gramm. de leur poids. Cette perte de poids doit être attribuée en très-petite partie à l'acide carbonique qu'elles avaient formé, et qui s'était dégagé ; et en très-grande partie, à l'eau qu'elles avaient laissé s'évaporer à leur surface : aussi s'étaient-elles bien flétries. Il résulte de cette considération, qu'une poire Cuisse-Madame bien mûre, que nous supposerons

du poids de 100 gramm., et qui, d'après l'analyse que j'en ai faite, serait composée de :

Matière animale......	0,21	Deviendrait, en blessissant, du poids de 76g,85, partagés sur les substances qui la composeraient alors de la manière suivante.	0,23
Matière colorante verte,	0,01		résine 0,04
Ligneux............	2,19		1,85
Gomme............	2,07		2,62
Sucre..............	11,52		8,77
Acide malique......	0,08		0,61
Chaux.............	0,04		des traces.
Eau...............	83,88		62,73
	100,»».		76,85.

En comparant, dans ce tableau, les quantités des mêmes substances, dans la poire mûre et dans la même poire devenue blette, on reconnaît d'abord qu'une portion de sucre a disparu pendant le blessissement : or, comme je n'ai trouvé dans la poire blette aucune substance nouvelle, et que la proportion de celles qui existaient déjà dans la poire mûre n'a pas augmenté, on doit en conclure que ce sucre qui a disparu s'est détruit tout-à-fait ; et sans doute l'un des produits de cette décomposition spontanée du sucre est le gaz acide carbonique qui se dégage en si grande abondance des fruits qui blessissent. La décomposition du sucre est la cause du goût fade qu'avait acquis la poire blette. Ce qui pourrait encore y contribuer, c'est que la proportion de la gomme paraît, d'après l'analyse, plus forte dans la poire blette.

Mais le sucre n'est pas la seule substance dont la quantité diminue dans le fruit qui blessit ; le ligneux paraît aussi se détruire ; sa proportion devient moindre, et de

plus quelques-unes de ses qualités changent. Ainsi, il n'est plus d'un blanc sale ; comme celui du même fruit vert ou mûr, il se colore en brun, et il communique sa couleur au fruit blet : je dirais même qu'il contribue à sa saveur ; car, en mâchant bien le ligneux que j'avais obtenu d'un fruit blet, je lui ai trouvé cette saveur qui caractérise le fruit dans cet état. Le ligneux, dans ces fruits, semble subir un changement analogue à celui du bois ordinaire qui se pourrit pour former du terreau.

Des analyses que j'ai présentées, il résulterait encore que la quantité d'acide malique est un peu plus forte dans la poire blette ; mais la proportion de cet acide est trop peu considérable, et mon procédé d'analyse trop peu exact, pour que je puisse répondre de cette augmentation.

La grande quantité d'acide carbonique qui se dégage pendant que les fruits blessissent, et dont ils fournissent les deux élémens, doit nécessairement créer dans ces fruits de nouvelles substances dans lesquelles l'hydrogène devrait dominer. Mon analyse ne me permet d'en assigner aucune. En traitant par l'alcool le fruit épuisé par l'eau, on obtient bien une dissolution d'une substance résineuse blanchâtre ; mais je crois que cette résine y existe en trop petite quantité pour qu'elle contienne tout l'hydrogène qui doit devenir dominant dans le fruit par la disparition de l'oxigène et du carbone qui entrent dans la composition du gaz acide carbonique qui se dégage. Je me propose de faire de nouvelles recherches pour éclaircir cet objet.

En décrivant les expériences que la question proposée par l'Académie des Sciences m'a déterminé à entreprendre, je n'ai pas négligé d'en faire connaître toutes les circonstances, afin que chacun pût juger du degré de confiance qu'elles méritent. Je n'ignore pas combien ce travail laisse encore à desirer, et je ne l'aurais pas présenté à l'Académie si je n'avais pensé qu'elle voudrait bien l'accueillir avec indulgence, à cause de quelques résultats utiles auxquels il m'a paru conduire, et dont je présente ici le tableau.

Les fruits n'agissent pas comme les feuilles sur l'air atmosphérique. Le résultat de leur action sur lui, tant sous l'influence de la lumière que sous celle de l'obscurité, est, dans toutes les époques de leur développement, une perte de carbone de la part de ce fruit. Le carbone se combine avec l'oxigène de l'air, et le transforme en acide carbonique. Cette perte de carbone est une fonction indispensable pour que la maturation s'opère; car, quand le fruit est plongé dans une atmosphère dépourvue d'oxigène, cette fonction ne pouvant plus alors s'exécuter, la maturation est arrêtée, et si le fruit reste attaché à l'arbre, il se dessèche et meurt.

Un fruit qui se trouve naturellement enfermé dans une gousse peut cependant y opérer sa maturité, parce que la membrane qui forme cette gousse est perméable à l'air. La communication qui a lieu entre l'air extérieur et celui qui est dans l'intérieur de la gousse est assez libre pour qu'il s'établisse toujours entre eux un équilibre presque parfait de composition. C'est pour cette raison que quand on analyse l'air contenu dans ces

gousses, on le trouve toujours composé comme l'air atmosphérique.

Quand on place, dans des milieux dépourvus d'oxigène, des fruits détachés de l'arbre et susceptibles d'achever eux-mêmes leur maturation, ils ne mûrissent pas; mais cette faculté n'est que suspendue, et on peut la rétablir en remettant le fruit dans une atmosphère capable de lui enlever du carbone. Si cependant le séjour dans le premier milieu est trop prolongé, alors le fruit, en conservant toujours à-peu-près la même apparence extérieure, a perdu tout-à-fait la faculté de pouvoir mûrir; il a subi des altérations particulières.

Il résulte de là qu'on peut conserver pendant quelque temps la plupart des fruits, surtout ceux qui n'ont pas besoin pour mûrir de rester attachés aux arbres, et prolonger ainsi la jouissance que nous procurent ces agréables alimens. Le procédé le plus simple consiste à disposer au fond d'un bocal de verre une pâte formée avec de la chaux, du sulfate de fer et de l'eau, et à y introduire ensuite les fruits bien sains et cueillis quelques jours avant leur maturité. On isole ces fruits d'une manière quelconque de la pâte qui est dans le fond; on les sépare autant que possible les uns des autres, et on bouche le bocal avec un bouchon de liège parfaitement mastiqué. Les fruits se trouvent bientôt, par cette disposition, dans un milieu dépourvu d'oxigène, et peuvent s'y conserver plus ou moins, suivant leur nature; les pêches, prunes, abricots, de vingt jours à un mois; les poires et pommes environ trois mois. Si on les retire après cette époque, et qu'on les abandonne quelque temps à l'air, ils mûrissent fort bien. Mais si l'on excède

beaucoup le temps que je viens de prescrire, les fruits subissent une altération particulière, et ne peuvent plus mûrir.

Un fruit mûr qu'on expose à l'air pourrit ou devient blet; dans l'un et l'autre cas, il commence par changer l'oxigène de l'air qui l'entoure en acide carbonique, et il laisse ensuite dégager une grande quantité d'acide carbonique dont il fournit les élémens. Il paraît que, pour que les fruits blessissent ou pourrissent, la présence du gaz oxigène est nécessaire. A l'abri du contact de ce gaz, ils subissent une altération différente.

Quand le fruit ne peut mûrir que sur l'arbre qui lui a donné naissance, alors sa maturation ne s'opère pas par un changement chimique des substances qu'il contenait pendant qu'il était encore vert, mais bien par de nouvelles substances qui lui sont fournies par l'arbre; et s'il nous paraît avoir perdu la saveur acide qu'il avait avant la maturité, c'est que la grande quantité de sucre qui lui est arrivée quand il est mûr masque sa saveur primitive.

Dans les fruits dont la maturation s'opère hors de l'arbre, on voit aussi la proportion de sucre augmenter beaucoup, et il faut bien ici que ce sucre se forme aux dépens des substances qui existaient déjà dans le fruit. La gomme et le ligneux sont les seuls dont la proportion diminue dans le même temps; il est donc naturel de penser que ce sont les portions de ces substances qui ont disparu qui se sont changées en sucre; et comme, de ces deux substances, le ligneux est celle qui contient le plus de carbone, il est aussi plus naturel de croire que c'est au ligneux que l'oxigène de l'air prend le carbone pour

se transformer en acide carbonique, fonction indispensable pour la maturité (1).

Enfin, l'altération que le ligneux a éprouvée pendant la maturation continue encore après, quand le fruit devient blet. Il se colore en brun. Sa décomposition donne lieu au dégagement d'acide carbonique considérable qu'on observe dans les fruits qui blessissent. Le sucre est encore une des substances qui se décomposent pendant le blessissement, et c'est à sa disparition partielle qu'il faut attribuer le goût plus fade que prennent les fruits blets. Ce sucre, en se dénaturant, contribue sans doute aussi au dégagement de gaz acide carbonique.

---

(1) Il est difficile de ne pas croire que, dans les fruits qui ne peuvent mûrir que sur l'arbre, il ne se passe aussi, surtout aux dernières époques de la maturation, des transformations pareilles, en même temps que ces fruits reçoivent de l'arbre une certaine quantité de sucre; mais sans doute la quantité de sucre qui se formerait aux dépens du ligneux et de la gomme ne serait pas suffisante, et c'est pour cette raison que ces fruits ont besoin nécessairement du secours de l'arbre pour que leur maturation soit parfaite.

Nouvelles Recherches *sur les Effets de l'iode, et sur les précautions à suivre dans le traitement du goître par ce nouveau remède* (1).

Par le Dr Coindet.

Lorsque je communiquai à la Société Helvétique des Sciences naturelles réunie à Genève en juillet dernier, ma découverte d'un nouveau remède contre le goître, je m'étais assuré, pendant l'espace d'une année, d'un assez grand nombre de faits qui la confirmaient, et qui constataient les effets de ce puissant spécifique, et son innocuité (2).

J'ai eu depuis connaissance de symptômes fâcheux particuliers à l'iode qui se sont manifestés chez des per-

---

(1) Nous avons indiqué, dans le Cahier de septembre 1820, t. xv, p. 49, l'iode comme un moyen certain de guérir les goîtres. Depuis cette époque, l'emploi de ce remède ayant été, dans plusieurs cas, accompagné d'inconvéniens graves, nous avons pensé qu'il était de notre devoir de publier la nouvelle dissertation du Dr Coindet, quelque étrangère qu'elle puisse paraître à l'objet principal des *Annales*. (R.)

(2) Je compris tout l'avantage pécuniaire que je pouvais retirer de ma découverte si je voulais en faire un remède secret; mais outre qu'une telle spéculation est fort au-dessous du respect qu'un Docteur doit à l'honorable état qu'il exerce, j'éprouvai une joie si vive en pensant que, médecin suisse, j'avais découvert un remède propre à une maladie si fréquente, et presque endémique dans mon pays, que je m'empressai de rendre public le fruit de mes recherches.

sonnes qui, par leur rang et leur mérite, ont attiré l'attention du public dans cette cité (Genève). Il en est résulté qu'on s'est élevé ici contre l'emploi de ce remède, et que certaines personnes ont jeté sur lui une terreur telle que je ne connais que les clameurs excitées contre l'antimoine, l'inoculation de la petite-vérole et la vaccine, qui puissent être comparées à cette vive opposition.

Je dois cependant rendre hommage à la vérité, en disant que ceux de mes confrères, tant génevois qu'étrangers, qui ont administré l'iode ne le décrient point, mais le proclament, au contraire, comme un puissant remède encore peu connu, et qu'on doit par conséquent employer avec discernement et prudence. Le bien public exige que je fasse connaître jusqu'à quel point ces reproches et ces craintes sont fondées, et que je cherche à en déterminer les causes. Comme, sur cent cinquante malades à qui j'ai administré l'iode ou ses diverses préparations, pas un seul de ceux qui ont suivi strictement et avec régularité mes conseils n'a été exposé d'une manière grave aux accidens fâcheux attribués à l'iode, ce n'a pas été sans un vif chagrin que j'ai eu connaissance de ce qui est arrivé à trois ou quatre personnes, dont aucune n'était confiée à mes soins (1).

---

(1) M. Colladon, pharmacien, m'a communiqué une lettre de M. Irminger, de Zurich, dont je transcris les passages suivans relatifs à l'iode.

Zurich, 2 février 1821. — « J'ai traité, écrit ce savant praticien, environ septante individus des deux sexes et d'un âge différent avec la teinture d'iode selon la formule et les doses indiquées par M. le Dr Coindet. Deux onces de cette teinture

Fort de pareils succès, et pour les mieux constater, je demandai aux Facultés de Médecine, Chirurgie et Pharmacie réunies, le 13 janvier dernier, à l'Hôtel-de-Ville, sous la présidence d'un syndic, si quelqu'un des membres avait connaissance d'un cas fâcheux parmi les personnes confiées à mes soins ; je les invitai solennellement à vouloir bien nous l'indiquer, annonçant que je regarderais une telle déclaration comme une marque d'amitié de la part de celui qui la ferait ; et comme nul accident fâcheux n'était arrivé à aucun de mes malades, nul ne put être cité. Un des malades à qui j'ordonnai l'iode avait un

---

suffisaient d'ordinaire pour fondre des goîtres très-vieux et volumineux ; quelquefois il a fallu une troisième once pour les détruire totalement. — Dans quelques cas, l'iode n'a eu aucun succès pour détruire les goîtres, mais je n'en ai jamais observé d'effets fâcheux. Des enfans de cinq à dix ans se sont servis de ce remède, à doses plus petites que les adultes, sans le moindre désavantage, au contraire, avec le meilleur effet possible.

» Je préfère la teinture aux hydriodates de soude ou de potasse, parce que cette préparation est plus simple et moins coûteuse.

» Sur les septante personnes que j'ai traitées, aucune n'en a éprouvé de mauvais effets lorsqu'on suivait mon ordre ; au contraire, les deux tiers ont été délivrés de leurs goîtres, et chez les autres il s'est considérablement diminué ; il n'y en a que peu qui s'en soient servi sans avantage. »

Ces succès, dont je ne suis point surpris, vu les talens reconnus de M. Irminger, confirment les opinions que j'émets dans ce Mémoire, et ce que l'on doit attendre de l'iode toutes les fois qu'il sera confié à des mains sages et prudentes.

goître du volume d'une pomme reinette, lequel fut entièrement dissous sans le moindre accident dans l'espace de six semaines. Je ne pus réfléchir sur l'étonnante activité de ce remède, auquel, sous ce rapport, aucun autre ne peut être comparé, sans présumer aussitôt que l'iode ne fût un remède très-dangereux s'il était mal appliqué, c'est-à-dire, s'il était ou prescrit à des doses trop fortes, ou continué trop long-temps, sans aucune interruption, ou surtout si on le donnait à des sujets faibles, délicats ou atteints de quelqu'autre maladie.

Je ne doutai pas que l'iode mal administré ne pût produire quelques accidens fâcheux : aussi, pour les éviter et les reconnaître aussitôt qu'ils paraîtraient, *je refusai et je refuse* encore formellement de l'administrer à ceux à qui il me semble ne devoir pas convenir, ou pouvoir être décidément nuisible. Ne choisissant ainsi que des personnes d'ailleurs très-bien portantes, les observant avec beaucoup d'attention et de régularité, je saisis bientôt toute déviation de leur état de santé ordinaire : par là, j'apprécie d'une manière exacte quels sont les symptômes propres à ce remède; s'il en survient quelqu'un, je le suspends aussitôt, je remplis les diverses indications qui se présentent, le malade ne tarde pas à revenir à son état naturel. Je juge alors si je dois le reprendre ou y renoncer.

J'ai rencontré quelques personnes auxquelles j'ai cru devoir en interdire absolument l'usage après quelques jours d'essai.

En réfléchissant à la difficulté que j'avais à administrer convenablement l'iode, à saisir les cas où il était prudent de le refuser, de le prescrire ou de le suspendre, je

ne tardai pas à penser qu'il eût été convenable d'inviter les pharmaciens à ne le livrer au public que sur une ordonnance d'un médecin, ou, en d'autres termes, à ne vendre ce remède qu'à des personnes qui étaient sous la direction immédiate d'un des membres de la Faculté. Si je ne l'ai pas fait, ce fut un sentiment de délicatesse qui m'en empêcha, et la crainte que cette démarche ne fût ici mal interprétée.

J'ai applaudi à la sagesse du Conseil de Santé du pays de Vaud, qui a pris des mesures pour en régler ainsi le débit; mais je n'ai pu m'empêcher d'être surpris que des médecins qui jouissent à juste titre de l'estime de leurs confrères comme savans, et d'une grande confiance comme praticiens, s'étayant probablement sur les expériences de M. Orfila, aient signalé ce remède *comme un poison corrosif.*

Ces expériences n'ont aucun rapport quelconque avec la manière dont je prescris l'usage de l'iode.

Il n'est personne qui ne sache que certains médicamens, tels que les acides minéraux concentrés, le sublimé corrosif, l'arsenic, etc., n'aient deux manières différentes d'agir. Lorsqu'on en donne tout à la fois une certaine quantité, l'estomac en est instantanément corrodé; mais introduits journellement dans l'estomac à des doses assez petites pour ne pas l'offenser, ils produisent à la longue, pour l'économie animale, des effets qui sont propres à chacun d'eux; et c'est sur cette seconde manière d'agir qu'est basé l'emploi de ces substances en médecine. Si donc le Conseil de Santé du pays de Vaud, ou quelque physiologiste eût voulu motiver son opinion sur des faits, il ne fallait pas le faire d'après

des expériences dans lesquelles on a donné à des chiens tout à la fois d'énormes quantités d'iode, telles qu'elles ne seront jamais prescrites, par exemple, plus de deux gros, mais bien par des expériences où, en en donnant tous les jours à ces animaux une certaine quantité, on aurait fini par produire les symptômes qui sont propres à cette substance si singulière.

Il n'est pas inutile de rapporter ici la quantité d'iode employée à Genève, pour qu'on sache jusqu'à quel point il a obtenu la sanction de l'expérience.

Les rapports des pharmaciens m'ont signalé un débit de plus de 140 onces; ce qui, à 40 grains par bouteille d'une once de véhicule, et en supposant que la moyenne ait été de deux par tête, prouve que plus de mille personnes ont été traitées depuis ma découverte jusqu'à ce jour.

Or, en admettant que la moitié l'ait été dans la ville même, on reconnaîtra qu'aucun des remèdes héroïques dont les médecins se servent tous les jours, tels que les préparations du mercure, de l'antimoine, de l'arsenic, de l'opium, etc., n'occasione, dans la même proportion, un aussi petit nombre d'accidens fâcheux.

J'ai cru remarquer que les diverses préparations de l'iode ont une action et des symptômes qui sont propres à chacune d'elles; ainsi l'éponge calcinée occasione des accidens différens de ceux de la teinture spiritueuse de l'iode : celle-ci agit plus spécialement sur l'estomac, se manie plus difficilement, et produit plus promptement les symptômes que j'appellerai *iodiques*, que ne le font les hydriodates; et de toutes les préparations, celle de l'*hydriodate de potasse ioduré* m'a paru être la plus fa-

cile à manier et produire le moins d'accidens : c'est ce qui m'a déterminé à m'en servir presque exclusivement. On dissout 36 grains de ce sel et 10 grains d'iode dans une once d'eau distillée. J'en prescris d'abord de 6 à 10 gouttes dans une demi-tasse d'eau sucrée, trois fois par jour, augmentant ou diminuant cette dose selon ses effets.

Je regrette de n'avoir pas encore employé l'acide hydriodique seul, sans combinaison.

Pour préparer l'hydriodate de potasse ou de soude, on sature la base ou son carbonate avec l'acide hydriodique; on peut se procurer cet acide par le procédé suivant : On fait passer dans une suspension d'iode dans l'eau, ou mieux dans une solution alcoolique, un courant d'hydrogène sulfuré, le soufre se précipite et l'iode s'unit à l'hyrogène. On filtre et chauffe la liqueur pour enlever l'excès de l'hydrogène sulfuré et l'alcool; l'acide hydriodique reste pur.

Cette différence d'action de l'iode selon sa préparation n'est pas particulière à cette substance. On la retrouve surtout dans le mercure avec lequel l'iode a les plus grands rapports pour la manière d'agir. Ainsi, l'oxide gris de mercure, le calomel et le sublimé sont trois préparations identiques quant à leur base, et quant à la maladie dont ce métal est le spécifique, mais dont on emploie l'une ou l'autre selon la forme de la maladie, l'état de santé du malade, la saison, etc., et dont les effets sont très-différens.

D'après cette considération, j'espère que les recherches réunies des médecins et des chimistes feront connaître

tôt ou tard d'autres préparations plus sûres et plus faciles à manier que celles dont je me suis servi jusqu'à ce jour, et qu'elles seront assez en harmonie avec l'économie animale pour n'être pas tout à la fois utiles et nuisibles, suivant la sagacité des médecins qui les prescriront.

En étudiant l'action de l'iode, un phénomène me frappa et ne tarda pas à modifier mon traitement, c'est qu'il me parut saturer l'économie animale, et qu'alors, dans quelques cas, il se développait plus ou moins subitement des symptômes iodiques à la manière dont se manifestent les symptômes mercuriels ; mais en examinant attentivement ce qui se passe, on verra qu'ils ne paraissent jamais si subitement que déjà l'action de l'iode ne se soit manifestée par un ramollissement ou une diminution du goître, soit par la fréquence du pouls, soit par quelques autres symptômes qui lui sont particuliers. Et comme il me semble que toute action ultérieure est non-seulement inutile, mais devient d'autant plus nuisible que l'iode continué sature le corps davantage, on doit suspendre ce remède ; c'est là une partie essentielle de ma pratique à laquelle j'attribue très-spécialement les succès qui l'ont accompagnée. Je crois qu'il faut épier le moment où l'iode va manifester son action pour le suspendre sur-le-champ, et le reprendre huit à dix jours après, c'est-à-dire, au moment où doit finir l'action de celui qu'on a précédemment administré ; le quitter de nouveau pour le reprendre et le laisser encore, en observant à-peu-près les mêmes règles à cet égard que tout médecin prudent suit dans l'administration du mercure : règle que je ne sache pas avoir été observée par tous ceux

qui se sont servi de l'iode, et dont l'omission a nécessairement nui aux succès du remède.

Je ne saurais trop appeler l'attention des praticiens sur cette partie de mon traitement.

J'ai imposé à tous mes malades la condition expresse de venir me voir au moins tous les cinq ou six jours; c'est à la négligence de cette précaution que quelques-uns ont dû d'avoir été plus ou moins éprouvés par l'iode.

Il en est qui, sans consulter aucun médecin, ont pris le remède d'eux-mêmes, et l'ont continué jusqu'à ce qu'ils en fussent saturés : d'autres, voyant qu'après en avoir usé une quinzaine de jours, à la dose de dix gouttes, trois fois dans les vingt-quatre heures, le goître avait diminué d'un demi-pouce, par exemple, sans qu'ils en eussent éprouvé aucun effet fâcheux, ont cru qu'en doublant la dose, ils seraient guéris le double plus vite; mais les uns et les autres ont souffert de leur imprudence; ils m'ont fait appeler lorsque des symptômes iodiques fâcheux s'étaient manifestés.

Voici ce que j'ai alors observé chez ceux qui en ont été fortement affectés : accélération du pouls, palpitation, toux sèche fréquente, insomnie, amaigrissement rapide, perte de forces; chez d'autres, seulement une enflure des jambes, ou des tremblemens, ou une dureté douloureuse dans le goître, quelquefois diminution des seins, augmentation remarquable et soutenue d'appétit; et dans presque tous ceux que j'ai vu, au nombre de cinq ou six, diminution très-rapide, ou disparition plus ou moins complète d'un goître dur, volumineux et ancien, pendant la durée de ces symptômes.

J'ai fait suspendre l'iode et prescrit le lait, surtout celui d'anesse, les bains tièdes, la valeriane, le kina, l'alkali volatil concret, les préparations d'opium, et autres antispasmodiques. Dans la dureté douloureuse du goître, j'ai ordonné les sangsues et les fomentations émollientes. Chez une femme très-âgée qui avait un tremblement et des palpitations, l'acide prussique produisit un soulagement remarquable, subit, mais passager.

Ce traitement a dissipé ces symptômes plus facilement que je ne l'aurais cru, mais quelques-uns ont conservé assez long-temps de la maigreur, une faiblesse musculaire et de la pâleur.

Cette disparition du goître qui a lieu si rapidement, ou parce que le traitement a été poussé trop loin, ou parce que le malade est trop sensible à l'action de l'iode, doit fixer toute l'attention des praticiens; elle prouve que les accidens fâcheux sont l'effet d'une saturation portée trop loin; que le médecin doit s'en tenir à une action plus lente, il est vrai, mais exempte de danger. La durée moyenne du traitement m'a paru devoir être de huit à dix semaines.

Je n'ai vu qu'une seule fois une action trop forte de l'iode; elle est remarquable par la lumière qu'elle jette sur la manière dont le remède agit; je l'ai observée dans le cas suivant : Un homme de cinquante ans portait depuis plusieurs années un goître énorme entre les deux lobes du corps thyroïde. Le volume allait en augmentant, il était très-dur au toucher, mais point douloureux; le malade se plaignait d'étranglement, d'oppression lorsqu'il marchait, se baissait ou montait un escalier : du reste, il jouissait d'une bonne santé. Je

lui prescrivis, par jour, 30 gouttes de la solution d'hydriodate de potasse ioduré. Le cinquième jour, il se plaignit d'une augmentation de volume dans son goître, de dureté, d'aphonie, de douleurs assez vives; son pouls était dur et fréquent. Le lendemain, aggravation de tous ces symptômes, douleurs fixes aiguës dans le milieu de la trachée; il attribuait ces douleurs à l'iode.

Je ne fus pas d'abord de son avis, vu la rapidité de l'invasion du mal; je pensai que le malade avait peut-être pris froid.

Cependant je fis suspendre l'iode, j'ordonnai dix sangsues sur le goître, particulièrement sur la trachée, un cataplasme émollient, diète, lit, etc. — Le lendemain, les sangsues ne l'avaient soulagé que momentanément: retour des douleurs et de la dureté dans le goître, nouvelle application de sangsues, continuation du cataplasme, etc.

Au bout de quinze jours de ce traitement, le malade était dans son état de santé naturel, seulement sa voix était restée rauque. En examinant le goître, je ne fus pas peu surpris de le trouver considérablement diminué et ramolli; je me rangeai alors de l'avis de mon malade, et je pensai que l'iode y était pour plus que je ne l'avais pensé.

Un mois après, le malade, vaquant à ses affaires et se trouvant très-bien de la diminution de son goître, desira faire un second essai. J'y accédai d'autant plus volontiers que cette action de l'iode était nouvelle et douteuse pour moi; le quatrième, tous les mêmes accidens reparurent avec la même violence, et le même traitement eut le même succès.

Au bout de quinze jours, le goître, sans être entièrement dissipé, était assez diminué pour que le malade n'en fût nullement incommodé.

Cette observation, intéressante sous plus d'un rapport, m'a confirmé dans l'opinion que rien n'est plus incertain que la dose moyenne de l'iode pour un traitement, et qu'il est tels malades sur lesquels l'iode agit presque aussitôt, tandis qu'il en est d'autres sur qui, même après plusieurs semaines d'un usage continu, il n'a aucune action apparente.

Cette observation prouve encore toute l'importance qu'un médecin doit mettre à suivre pas à pas l'action de l'iode; car si cette personne eût pris l'iode de son chef, qu'elle eût fait la règle de trois qui a été fâcheuse à plusieurs de ceux qui se sont dirigés par eux-mêmes, ou qu'un médecin l'eût prescrit sans se défier de ses effets, et ne l'eût pas suspendu de suite, je ne doute pas que ce malade n'en eût éprouvé les accidens les plus graves.

Au reste, l'iode ne doit pas être donné indistinctement dans tous les goîtres, ni toujours au premier abord; il en est dans lesquels il existe un véritable état inflammatoire local caractérisé par de la tension, de vives douleurs, ou un état nerveux qui se reconnaît aux serremens de cou, à l'étranglement ou à une gêne passagère dans la respiration; souvent même le goître est accompagné d'une disposition bilieuse : dans ces cas-là, on doit faire précéder l'emploi de l'iode par des sangsues sur le goître, des fomentations émollientes, quelques antispasmodiques, ou par des remèdes qui rétablissent l'état de

l'estomac, sans quoi l'on s'expose à ce que l'iode ne puisse être supporté.

Ces différens symptômes arrivent aussi pendant le traitement; ils exigent les mêmes remèdes. Il ne s'agit donc pas de donner uniquement de l'iode à une personne atteinte d'un goître, il y a d'autres indications à remplir, dont l'omission rend la guérison plus ou moins chanceuse.

D'après la manière d'agir de l'iode sur l'économie animale, on conçoit qu'il est des cas où il ne doit jamais être employé, tels que la grossesse, la disposition à la ménorrhagie, aux maladies de poitrine menaçantes ou commencées; l'état de marasme ou de fièvre lente, quelle qu'en soit la cause. On doit le refuser aux personnes délicates, nerveuses, ou d'une trop faible constitution.

Il m'a, au contraire, admirablement réussi sur les individus qui n'avaient d'autre incommodité que le goître, surtout chez ceux qui avaient dépassé l'âge adulte, ou qui étaient plus avancés en âge. Une femme de soixante-quinze ans me fit appeler l'automne dernier pour des maux de tête, une tendance à l'assoupissement, une faiblesse et un engourdissement dans le bras droit, tels qu'elle croyait ne plus toucher les objets qu'à travers un gant. Ces accidens allaient en croissant à mesure qu'un goître énorme se développait dans le lobe droit du corps thyroïde d'une manière en quelque sorte aiguë, par la rapidité de son accroissement; car, quoiqu'il eût commencé trente ans auparavant, il avait augmenté depuis trois mois du volume du poing, à-peu-près. — Il gênait évidemment la circulation du cerveau et comprimait le

plexus brachial. Elle avait bu beaucoup d'eau pendant cet été.

Cette dame était effrayée de tout ce qu'on lui avait dit contre mon remède pour le goître. Cependant, ne connaissant aucun moyen qui pût la guérir, ni même ralentir la marche de cette maladie, je crus qu'il était de mon devoir de lui prescrire l'iode.

Je la suivis avec tout l'intérêt que la gravité du cas demandait. Au bout de quinze jours, la maladie était arrêtée; au bout d'un mois, avec la diminution du goître, l'embarras du cerveau fut moindre et le toucher plus sensible. Alors elle commença à sentir l'amélioration de son état, et elle me remercia de mon traitement.

Un mois plus tard, le goître était entièrement dissipé, et avec lui tous les accidens de paralysie et d'embarras du cerveau cessèrent. Elle jouit aujourd'hui d'une santé parfaite.

Dans mon premier Mémoire, j'ai jugé par analogie que l'iode ou ses préparations étaient utiles dans certains cas d'aménorrhées; je ne doute pas, lorsque ce remède aura été mieux étudié et qu'il sera mieux connu, qu'il ne devienne utile en des mains habiles dans quelqu'une des maladies chroniques de l'utérus.

En observant que, dans un petit nombre de cas, l'iode a paru avoir une action marquée sur les glandes mammaires, j'ai été conduit à l'employer avec succès dans l'engorgement indolent des glandes lymphatiques du sein à la suite de couches.

Sa puissante action sur le système absorbant m'a encore engagé à l'employer dans des cas de scrophules sans

fièvre, et où les glandes engorgées du cou étaient indolentes. J'en ai obtenu, dans ces cas, les succès les plus satisfaisans. Ce dernier fait, qui donne une importance de plus à ma découverte, a été confirmé par un des médecins les plus distingués de cette ville.

Je regarde donc l'iode comme un remède qui doit être placé parmi les plus utiles que nous connaissions. Quelles que soient les attaques dirigées contre son emploi, et les préventions dont on a voulu ici l'entourer, il partage le sort de tous les remèdes actifs dans l'origine de leur découverte. Il faudra sans doute l'étudier longtemps encore pour le bien connaître.

Je dissuade toute personne de s'en servir sans consulter son médecin, et j'invite les gens de l'art à ne le prescrire qu'aux malades qu'ils seront à portée de suivre jour à jour, à ne pas le donner à trop fortes doses, à le suspendre à propos, pour éviter l'état nuisible que j'ai désigné sous le nom de *saturation*, et surtout à le refuser à tout individu qui se trouverait dans l'un des cas que j'ai signalés.

Par là, les fautes de celui qui l'emploiera ne seront pas rejetées sur le remède lui-même.

(*Bibl. univ.*, février 1821.)

Nouvelles Recherches *sur les lois que l'on observe dans la distribution des formes végétales.*

Par M. Alex. de Humboldt.

(Extrait d'un Mémoire lu à l'Académie des Sciences le 19 février 1821)

Il y a quatre ans que, dans un Mémoire présenté à l'Institut (1), j'ai fixé l'attention des botanistes sur les rapports numériques des formes végétales. La discussion des matériaux qui ont servi à ce travail se trouve consignée dans un ouvrage que j'ai publié à la même époque, sous le titre de *Prolegomena de distributione geographicâ plantarum, secundùm cœli temperiem et altitudinem montium.* Il en est de la distribution des êtres organisés comme de tous les autres phénomènes du monde physique. Au milieu du désordre apparent qui semble naître de l'influence d'une multitude de causes locales, on reconnaît les lois immuables de la nature dès qu'on fixe les yeux sur une grande étendue de pays, ou qu'on emploie une masse de faits dans laquelle se compensent mutuellement les perturbations partielles. J'ai eu la satisfaction de voir ce travail soumis à un examen détaillé, en Allemagne, en Angleterre, en Italie, et récemment en Danemarck. Un des plus grands botanistes de notre temps et de tous les siècles, M. Robert Brown, a comparé chaque résultat numérique à ceux qu'offrent les riches herbiers qu'il a pu consulter. Beaucoup de nombres

(1) Voyez *Annales de Chimie et de Physique*, année 1816, t. 1, p. 225.

ont été rectifiés, d'autres se sont trouvés dans un accord presqu'inattendu. La masse des faits s'est accrue par là même qu'on a voulu infirmer ou appuyer les résultats auxquels je m'étais arrêté. C'est ainsi que, dans la marche des sciences physiques, des idées générales qui d'abord n'ont été déduites que d'un petit nombre de faits forcent les observateurs à multiplier les données partielles. Enrichi de ces matériaux, profitant toujours de ce que la critique la plus sévère de mes ouvrages renferme de vrai et d'utile, j'ai pu donner aux résultats numériques dont se compose le tableau des formes végétales, un degré d'exactitude que je n'avais pu atteindre jusqu'alors. Il est de la nature de ces recherches de ne pouvoir rectifier les *coefficiens* que progressivement, à mesure que les observations se multiplient. Je ne m'arrèterai ici qu'au développement général des principes. Comme cette espèce d'*arithmétique botanique* exige des discussions minutieuses sur les rapports de chaque famille de plantes à toute la masse des phanérogames, j'ai réuni ces discussions dans des notes que j'ai publiées séparément (1).

Il est à prévoir que le travail que j'ai fait sur les familles des plantes s'appliquera un jour avec succès à plusieurs classes d'animaux vertébrés. Les immenses collections qui se trouvent à Paris, au Musée d'Histoire naturelle, font voir que déjà l'on connaît sur le globe entier près de 56,000 espèces de *plantes* cryptogames et phanérogames, 44,000 *insectes*, 2500 *poissons*, 700 *reptiles*, 4000 *oiseaux* et 500 espèces de *mammifères*.

(1) Voyez *Dictionnaire des Sciences naturelles*, rédigé par le Professeur du Jardin des Plantes, tome XVIII, p. 432-436.

D'après des recherches que nous avons faites, M. Valenciennes et moi, il existe dans l'Europe seule à-peu-près 80 mammifères, 400 oiseaux et 30 reptiles : il y a par conséquent, sous cette zone tempérée boréale, cinq fois autant d'espèces d'oiseaux que de mammifères, comme il y a (en Europe) cinq fois autant de composées que d'amentacées et de conifères, cinq fois autant de légumineuses que d'orchidées et d'euphorbiacées. Les belles collections rapportées récemment du Cap de Bonne-Espérance par M. Delalande prouvent (si on les compare aux ouvrages de MM. Temmink et Levaillant), que, dans cette partie de la zone tempérée australe, les mammifères sont aussi aux oiseaux = 1 : 4,3. Une telle concordance entre deux zones opposées est assez frappante. Les oiseaux, et surtout les reptiles, augmentent beaucoup plus vers la zone équatoriale que les mammifères. D'après les découvertes de M. Cuvier sur les ossemens fossiles, on pourrait croire que ces rapports n'ont pas été les mêmes de tous les temps, et qu'il a disparu, dans les anciennes catastrophes de notre planète, beaucoup plus de mammifères que d'oiseaux. M. Latreille, dans un excellent Mémoire sur la distribution géographique des insectes, n'a pas comparé le nombre des animaux articulés au nombre des plantes et à celui des différentes classes d'animaux vertébrés qui habitent les mêmes climats; mais il a fait voir d'une manière intéressante quels groupes d'insectes augmentent ou diminuent, en avançant du pole vers l'équateur. Je passe sous silence les laborieuses recherches de M. Illiger sur la Géographie des oiseaux (1). L'auteur a discuté l'*habitation* de

(1) *Mémoires de l'Academie de Berlin*, pour les années 1812 et 1813, p. 221-237.

plus de 3800 espèces ; mais il s'est contenté de les envisager d'après leur distribution entre les cinq parties du monde : méthode peu philosophique et tout-à-fait impropre à reconnaître l'influence des climats sur le développement des êtres organisés. Tous les continens, à l'exception de l'Europe, s'étendent de la zone tempérée dans la zone équatoriale ; les lois de la nature ne peuvent donc pas se manifester lorsqu'on groupe les phénomènes d'après des divisions arbitraires et qui ne dépendent, pour ainsi dire, que de la seule différence des méridiens. Il ne m'appartient pas de pousser plus loin ces considérations sur les rapports numériques entre les animaux de différentes classes. Il me suffit d'avoir rappelé l'attention ds savans sur une branche de la philosophie naturelle, qui me paraît bien digne d'être étudiée. Nous concevons comment, sur un espace de terrain donné, les *individus* appartenant à différentes tribus de plantes et d'animaux peuvent se *limiter numériquement* ; comment, après une lutte opiniâtre et après de longues oscillations, il s'établit un état d'équilibre qui résulte des besoins de la nourriture et des habitudes de la vie ; mais les causes qui ont *limité les formes* sont cachées sous ce voile impénétrable qui dérobe à nos yeux tout ce qui tient à l'origine des choses, au premier développement de la vie organique.

Les rapports numériques des formes végétales peuvent être considérées de deux manières très-distinctes. Si l'on étudie les plantes, groupées par familles naturelles, sans avoir égard à leur distribution géographique, on demande quels sont les types d'organisation d'après lesquels le plus grand nombre d'espèces sont formées ? Y a-t-il plus de glumacées que de composées sur le globe ? ces deux tribus

de végétaux font-elles ensemble le quart des phanérogames ? quel est le rapport des monocotylédonées aux dicotylédonées ? Ce sont là des questions de Phytologie générale, de la science qui examine l'oganisation des végétaux et leur enchaînement mutuel. Si l'on envisage les espèces qu'on a réunies d'après l'analogie de leur forme, non d'une manière abstraite, mais selon leurs rapports climatériques ou leur distribution sur la surface du globe, les questions que l'on se propose offrent un intérêt beaucoup plus varié. Quelles sont les familles de plantes qui dominent sur les autres phanérogames plus dans la zone torride que sous le cercle polaire ? les composées sont-elles plus nombreuses, soit à la même latitude géographique, soit sur une même bande isotherme, dans le nouveau continent que dans l'ancien ? Les types qui dominent moins en avançant de l'équateur au pole, suivent-ils la même loi de décroissement à mesure qu'on s'élève vers le sommet des montagnes équatoriales ? Les rapports des familles entre elles ne varient-ils pas sur des lignes isothermes de même dénomination, dans les zones tempérées au nord et au sud de l'équateur ? Ces questions appartiennent à la Géographie des végétaux proprement dite ; elles se lient aux problêmes les plus importans qu'offrent la Météorologie et la Physique du globe en général. De la prépondérance de certaines familles de plantes dépend aussi le caractère du paysage, l'aspect d'une nature riante ou majestueuse. L'abondance des graminées qui forment de vastes savannes, celle des palmiers ou des conifères, ont influé puissamment sur l'état social des peuples, sur leurs mœurs et le développement plus ou moins lent des arts industriels.

En étudiant la distribution géographique des formes, on peut s'arrêter aux espèces, aux genres et aux familles naturelles (Humboldt, *Prolog. in Nov. Gen.*, tom. 1, pag. 13, 51 et 33). Souvent une seule espèce de plantes, surtout parmi celles que j'ai appelées *sociales*, couvre une vaste étendue de pays. Telles sont, dans le nord, les bruyères et les forêts de pins; dans l'Amérique équinoxiale, les réunions de cactus, de croton, de bambusa et de brathys de la même espèce. Il est curieux d'examiner ces rapports de multiplication et de développement organique : on peut demander quelle espèce, sous une zone donnée, produit le plus d'*individus* ; on peut indiquer les familles auxquelles, sous différens climats, appartiennent les espèces qui dominent sur les autres. Notre imagination est singulièrement frappée de la prépondérance de certaines plantes qu'à cause de leur facile reproduction, et du grand nombre d'*individus* qui offrent les mêmes caractères spécifiques, on considère comme les plantes les plus vulgaires de telle ou telle zone. Dans une région boréale, où les composées et les fougères sont aux phanérogames dans les rapports de 1 : 13 et de 1 : 25 (c'est-à-dire, où l'on trouve ces rapports en divisant le nombre total des phanérogames par le nombre des espèces de composées et de fougères), une seule espèce de fougère peut occuper dix fois autant de terrain que toutes les espèces de composées ensemble. Dans ce cas, les fougères dominent sur les composées par la *masse*, par le nombre des *individus* appartenant aux mêmes espèces de pteris ou de polypodium; mais elles ne dominent pas, si l'on compare à la somme totale des espèces de phanérogames les formes différentes qu'offrent les deux groupes de fougères et de com-

posées, Comme la multiplication de toutes les espèces ne suit pas les mêmes lois, comme toutes ne produisent pas le même nombre d'*individus*, les quotiens obtenus en divisant le nombre total des phanérogames par le nombre des espèces des différentes familles ne décident pas seuls de l'aspect, je dirais presque du genre de monotonie de la nature dans les différentes régions du globe. D'un autre côté, si le voyageur est frappé de la répétition fréquente des mêmes espèces, de la vue de celles qui dominent par leur masse, il ne l'est pas moins de la rareté des *individus* de quelques autres espèces utiles à la société humaine. Dans les régions où les rubiacées, les légumineuses ou les térébinthacées composent des forêts, on est supris de voir combien sont rares les troncs de certaines tribus de cinchona, d'hæmatoxylum et de baumiers.

En s'arrêtant aux *espèces*, on peut, sans avoir égard à leur multiplication et au nombre plus ou moins grand des individus, comparer, sous chaque zone, *d'une manière absolue*, les espèces qui appartiennent à différentes familles. Cette comparaison intéressante a été faite dans le grand ouvrage de M. de Candolle (*Regni vegetabilis Systema Naturæ*, t. 1, p. 128, 396, 439, 464, 510): M. Kunth l'a tentée sur plus de 3300 composées déjà connues jusqu'à ce jour. (*Nov. gen.*, t. IV, p. 238). Elle n'indique pas quelle famille domine au même degré sur les autres phanérogames indigènes, soit par la masse des individus, soit par le nombre des espèces; mais elle offre les rapports numériques entre les espèces d'une même famille appartenant à différens pays. Les résultats de cette méthode sont généralement plus précis, parce qu'on les obtient sans évaluer la masse totale des phané-

rogames, après s'être livré avec soin à l'étude de quelques familles isolées. Les formes les plus variées des fougères, par exemple, se trouvent sous les tropiques; c'est dans les régions montueuses, tempérées, humides et ombragées de la zone équatoriale, que la famile des fougères renferme le plus d'espèces. Sous la zone tempérée, il y en a moins que sous les tropiques; leur nombre absolu diminue encore en avançant vers le pole : mais comme la région froide, par exemple, la Laponie, nourrit des espèces de fougères qui résistent plus au froid que la grande masse des phanérogames, les fougères, par le nombre des espèces, dominent plus sur les autres plantes en Laponie qu'en France et en Allemagne. Les *rapports numériques* qu'offre le tableau que j'ai publié dans mes *Prolegomena de distributione geographicâ plantarum*, et qui reparaît ici perfectionné par les grands travaux de M. Robert Brown, diffèrent entièrement des rapports que donne la *comparaison absolue* des espèces qui végètent sous les zones diverses. La variation qu'on observe en se portant de l'équateur aux poles, n'est par conséquent pas la même dans les résultats des deux méthodes. Dans celle des fractions que nous suivons, M. Brown et moi, il y a deux variables, puisqu'en changeant de latitude, ou plutôt de zone isotherme, on ne voit pas varier le nombre total des phanérogames dans le même rapport que le nombre des espèces qui constituent une même famille.

Lorsque des *espèces* ou des *individus* de même forme qui se reproduisent d'après des lois constantes, on passe à ces divisions de la *méthode naturelle* qui ne sont que des *abstractions diversement graduées*, on peut s'arrêter aux genres, aux familles, ou à des sections plus générales encore. Il

y a quelques genres et quelques familles qui appartiennent exclusivement à de certaines zones, à une réunion particulière de conditions climatériques ; mais il y a un plus grand nombre de genres et de familles qui ont des représentans sous toutes les zones et à toutes les hauteurs. Les premières recherches qui ont été tentées sur la distribution géographique des formes, celles de M. Treviranus, publiées dans son ingénieux ouvrags de *Biologie* (t. II, p. 47, 63, 83, 129), ont eu pour objet la répartition des genres sur le globe. Cette méthode est moins propre à présenter des résultats généraux que celle qui compare le nombre des espèces de chaque famille ou les groupes principaux d'une même famille à la masse totale des phanérogames. Dans la zone glaciale, la variété des formes génériques ne diminue pas au même degré que la variété des espèces : on y trouve plus de genres dans un moindre nombre d'espèces. (De Candolle, *Théorie élém.*, p. 190; Humboldt, *Nova gen.*, t. I, p. 17 et 50.) Il en est presque de même sur le sommet des hautes montagnes qui reçoivent des colons d'un grand nombre de genres que nous croyons appartenir exclusivement à la végétation des plaines.

J'ai cru devoir indiquer les points de vue différens sous lesquels on peut envisager les lois de la distribution des végétaux. C'est en les confondant que l'on croit trouver des contradictions qui ne sont qu'apparentes, et que l'on attribue à tort à l'incertitude des observations. (*Berliner Jahrbücher der Gewächskunde, Bd.*, t. I, p. 18, 21, 30.) Lorsqu'on se sert des expressions suivantes : « cette forme » ou cette famille se perd vers la zone glaciale ; elle a » sa véritable patrie sous tel ou tel parallèle ; c'est une » forme australe ; elle abonde dans la zone tempérée, »

il faut énoncer expressément si l'on considère le nombre absolu des espèces, leur fréquence absolue croissante ou décroissante avec les latitudes, ou si l'on parle des familles qui dominent, au même degré, sur le reste des plantes phanérogames. Ces expressions sont justes; elles offrent un sens précis, si l'on distingue les différentes méthodes d'après lesquelles on peut étudier la variété des formes. L'île de Cuba (pour citer un exemple analogue et tiré de l'économie politique) renferme beaucoup plus d'individus de race africaine que l'île de la Martinique; et cependant la masse de ces individus domine bien plus sur le nombre des blancs dans cette dernière île que dans celle de Cuba.

Les progrès rapides qu'a faits la géographie des plantes depuis douze ans, par les travaux réunis de MM. Brown, Wahlenberg, De Candolle, Léopold de Buch, Parrot, Ramond, Schouw et Hornemann, sont dus en grande partie aux avantages de la méthode naturelle de M. de Jussieu. En suivant, je ne dirai pas les classifications artificielles du système sexuel, mais des familles établies d'après des principes vagues et erronés (*Dumosæ, Corydales, Oleraceæ*), on ne reconnaît plus les grandes lois physiques dans la distribution des végétaux sur le globe. C'est M. Robert Brown qui, dans un Mémoire célèbre sur la végétation de la Nouvelle-Hollande, a fait connaître le premier les véritables rapports entre les grandes divisions du règne végétal, les acotylédonées, les monocotylédonées et les dicotylédonées (Brown, dans *Flinder's Voyage to Terra australis*, tom. II, p. 538; et *Observ. syst. and geographical on the herbal of the Congo*, p. 3.). J'ai essayé, en 1815, de suivre ce genre de recherches, en

l'étendant aux différens ordres ou familles naturelles. La physique du globe a ses *élémens numériques*, comme le système du monde, et l'on ne parviendra que par les travaux réunis des botanistes voyageurs, à reconnaître les véritables lois de la distribution des végétaux. Il ne s'agit pas seulement de grouper les faits; il faut, pour obtenir des approximations plus précises (et nous ne prétendons donner que des approximations), discuter les circonstances diverses sous lesquelles les observations ont été faites. Je pense, comme M. Brown, qu'on doit préférer en général, aux calculs faits sur les inventaires incomplets de toutes les plantes publiées, les exemples tirés de pays considérablement étendus, et dont la Flore est bien connue, tels que la France, l'Angleterre, l'Allemagne et la Laponie. Il serait à desirer qu'on eût déjà une Flore complète de deux terrains de 20,000 lieues carrées, dépourvus de hautes montagnes et de plateaux, et situés entre les tropiques dans l'ancien et le nouveau Monde. Jusqu'à l'époque où ce vœu sera accompli, il faut se contenter des grands herbiers formés par des voyageurs qui ont séjourné dans les deux hémisphères. Les *habitations* des plantes sont si vaguement et si incorrectement indiquées dans les vastes compilations connues sous les noms de *Systema vegetabilium* et de *Species plantarum*, qu'il serait très-dangereux de s'en servir d'une manière exclusive. Je n'ai employé ces inventaires que subsidiairement, pour contrôler et modifier un peu les résultats obtenus par les Flores et les herbiers partiels. Le nombre des plantes équinoxiales que nous avons rapportées en Europe, M. Bonpland et moi, et dont notre savant collaborateur, M. Kunth, aura bientôt terminé la publication,

est peut-être numériquement plus grand qu'aucun des herbiers formés entre les tropiques ; mais il se compose de végétaux des plaines et des plateaux élevés des Andes. Les végétaux alpins y sont même beaucoup plus considérables que dans les Flores de la France, de l'Angleterre et des Indes, qui réunissent aussi les productions de différens climats appartenant à une même latitude. En France, le nombre des espèces qui végètent exclusivement au-dessus de 500 toises de hauteur, ne paraît être que $\frac{1}{9}$ de la masse entière des phanérogames. (De Candolle, dans les *Mémoires de la Société d'Arcueil*, tom. III, pag. 295).

Il sera utile de considérer un jour la végétation des tropiques et celle de la région tempérée, entre les parallèles de 40° et de 50°, d'après deux méthodes différentes, soit en cherchant les rapports numériques dans l'ensemble des plaines et des montagnes qu'offre la nature sur une grande étendue de pays, soit en déterminant ces rapports exclusivement dans les plaines de la zone tempérée et de la zone torride. Comme nos herbiers sont les seuls qui font connaître, d'après un nivellement barométrique, pour plus de 4000 plantes de la région équinoxiale, la hauteur de chaque station au-dessus du niveau de la mer, on pourra, lorsque notre ouvrage des *Nova Genera* sera terminé, rectifier les rapports numériques du tableau que je publie aujourd'hui, en défalquant des 4000 phanérogames que M. Kunth a employés à ce travail (*Prolegom.*, pag. 16) les plantes qui croissent au-dessus de 1000 toises, et en divisant le nombre total des plantes non alpines par celui des espèces de chaque famille qui végètent, entre les tropiques, au-dessous de 1000 toises de hauteur. Cette manière d'opérer

doit affecter le plus, comme nous le verrons tantôt, les familles qui ont des espèces alpines très-nombreuses, par exemple, les graminées et les composées. A 1000 toises d'élévation, la température moyenne de l'air est encore, sur le dos des Andes équatoriales, de 17° cent., égale à celle du mois de juillet à Paris. Quoique dans les plateaux des Cordillières, on trouve la même température annuelle que dans les hautes latitudes (parce que la *ligne isotherme* de 17°, par exemple, est la trace marquée dans les plaines par l'intersection de la *surface isotherme* de 17° avec la surface du sphéroïde terrestre), il ne faut pas trop généraliser ces analogies des climats tempérés dans les montagnes équatoriales et les basses régions de la zone circompolaire. Ces analogies sont moins grandes qu'on ne le pense; elles sont modifiées par l'influence de la distribution partielle de la chaleur dans les différentes parties de l'année. (*Proleg.*, p. 54, et mon *Mémoire sur les lignes isothermes*, p. 137). Les *quotiens* ne changent pas toujours en montant de la plaine vers les sommets arides des montagnes, de la même manière qu'ils changent en approchant du pole : c'est le cas des monocotylédonées considérées en général; c'est le cas des fougères et des composées. (*Proleg.*, p. 51 et 52; Brown, *on Congo*, pag. 5.).

On peut d'ailleurs remarquer que le développement des végétaux de différentes familles et la distribution des formes ne dépendent ni des latitudes géographiques seules, ni même des seules latitudes isothermes; mais que les quotiens ne sont pas toujours semblables sur une même ligne isotherme de la zone tempérée, dans les plaines de l'Amérique et dans celles de l'ancien continent. Il existe sous les

tropiques une différence très-remarquable entre l'Amérique, l'Inde et les côtes occidentales de l'Afrique. La distribution des êtres organisés sur le globe dépend non-seulement de circonstances climatériques très-compliquées, mais aussi de causes géologiques qui nous sont entièrement inconnues, parce qu'elles ont rapport au premier état de notre planète. Les grands animaux pachydermes manquent aujourd'hui dans le Nouveau-Monde, quand nous les trouvons encore abondamment sous des climats analogues, en Afrique et en Asie. Dans la zone équinoxiale de l'Afrique, la famille des palmiers est bien peu nombreuse, comparée au grand nombre d'espèces de l'Amérique méridionale. Ces différences, loin de nous détourner de la recherche des lois de la nature, doivent nous exciter à étudier ces lois dans toutes leurs complications. Les lignes d'égale chaleur ne suivent pas les parallèles à l'équateur; elles ont, comme j'ai tâché de le prouver ailleurs, des *sommets convexes* et des *sommets concaves*, qui sont distribués très-régulièrement sur le globe, et forment différens systèmes le long des côtes orientales et occidentales des deux Mondes, au centre des continens, et dans la proximité des grands bassins des mers. Il est probable que, lorsque des physiciens-botanistes auront parcouru une plus vaste étendue du globe, on trouvera que souvent les lignes des *maxima d'agroupement* (les lignes tirées par les points où les fractions sont réduites au dénominateur le plus petit) dévient des lignes isothermes. En divisant le globe par bandes longitudinales comprises entre deux méridiens, et en en comparant les rapports numériques sous les mêmes latitudes isothermes, on reconnaîtra l'existence de différens *sys-*

tèmes d'agroupement. Déjà, dans l'état actuel de nos connaissances, nous pouvons distinguer quatre systèmes de végétation, ceux du Nouveau-Continent, de l'Afrique occidentale, de l'Inde et de la Nouvelle-Hollande. De même que, malgré l'accroissement régulier de la chaleur moyenne du pole à l'équateur, le *maximum* de chaleur n'est pas identique dans les différentes régions par différens degrés de longitude, il existe aussi des lieux où certaines familles atteignent un développement plus grand que par-tout ailleurs. C'est le cas de la famille des Composées dans la région tempérée de l'Amérique du nord, et surtout à l'extrémité australe de l'Afrique. Ces accumulations partielles déterminent la physionomie de la végétation; elles sont ce que l'on appelle vaguement les traits caractéristiques du paysage.

Il résulte de mes recherches que, dans toute la zone tempérée, les glumacées et les composées font ensemble plus d'un quart des phanérogames, et que les formes des êtres organisés se trouvent dans une dépendance mutuelle. L'unité de la nature est telle, que les formes se sont limitées les unes les autres d'après des lois constantes et immuables. Lorsqu'on connaît sur un point quelconque du globe le nombre d'espèces qu'offre une grande famille (par exemple, celle des glumacées, des composées ou des légumineuses), on peut évaluer avec beaucoup de probabilité, et le nombre total des plantes phanérogames, et le nombre des espèces qui composent les autres familles végétales. C'est ainsi qu'en connaissant, sous la zone tempérée, le nombre des cypéracées ou des composées, on peut deviner celui des graminées ou des légumineuses. Ces évaluations nous font voir aussi

dans quelles tribus de végétaux les Flores d'un pays sont encore incomplètes : elles sont d'autant moins incertaines que l'on évite de confondre les *quotiens* qui appartiennent à différens *systèmes de végétation.*

La géographie des plantes peut être considérée comme une partie de la *Physique du globe.* Si les lois qu'a suivies la nature dans la distribution des formes végétales étaient beaucoup plus compliquées encore qu'elles ne le paraissent au premier abord, il ne faudrait pas moins les soumettre à des recherches exactes. On n'a pas abandonné le tracé des cartes lorsqu'on s'est aperçu des sinuosités des fleuves et de la forme irrégulière des côtes. Les lois du magnétisme se sont manifestées à l'homme dès que l'on a commencé à tracer des lignes d'égale déclinaison et d'égale inclinaison, et que l'on a comparé un grand nombre d'observations qui paraissaient d'abord contradictoires. Ce serait oublier la marche par laquelle les sciences physiques se sont élevées progressivement à des résultats certains, que de croire qu'il n'est pas encore temps de chercher les *élémens numériques* de la géographie des plantes. Dans l'étude d'un phénomène compliqué, on commence toujours par un aperçu général des conditions qui déterminent ou modifient le phénomène. Après avoir découvert un certain nombre de rapports, on s'aperçoit que les premiers résultats auxquels on s'est arrêté ne sont pas assez dégagés des influences locales. C'est alors qu'on corrige les *élémens numériques*, et qu'on reconnaît de la régularité dans les effets mêmes des perturbations partielles. La critique s'exerce sur tout ce qui a été annoncé prématurément comme un résultat général, et l'esprit de

critique, une fois excité, favorise la recherche de la vérité, et accélère le progrès des sciences physiques.

NOTES.

1°. En comparant les différens *systèmes d'agroupement* dans les deux Mondes, on trouve en général, dans le nouveau, sous la zone équatoriale, moins de cypéracées et de rubiacées, et plus de composées; sous la zone tempérée, moins de joncacées, de labiées, d'ombellifères et de crucifères, et plus de composées, d'éricinées et d'amentacées, que dans les zones correspondantes de l'ancien Monde. Les familles qui augmentent de l'équateur vers le pole (selon la *méthode des fractions*) sont les glumacées, les éricinées et les amentacées; les familles qui diminuent du pole vers l'équateur sont les légumineuses, les rubiacées, les euphorbiacées et les malvacées; les familles qui semblent atteindre le *maximum* sous la zone tempérée sont les composées, les labiées, les ombellifères et les crucifères.

2°. Quoique les résultats principaux de mon nouveau travail aient été réunis dans un seul tableau, j'engage pourtant les physiciens à recourir aux éclaircissemens sur les diverses familles, chaque fois que les nombres partiels leur paraissent douteux. Les *quotiens* des tropiques sont modifiés de telle manière qu'ils ont rapport aux régions dont la température moyenne est de 28° à 20° (de 0 à 750 toises de hauteur). Les quotiens de la zone tempérée sont adaptés à la partie centrale de cette zone, entre 13° et 10° de température moyenne. Dans la zone glaciale, la température moyenne est de 0° ou 1°. A ce ta-

bleau des quotiens ou des fractions, qui indique les rapports de chaque famille à la masse totale des phanérogames, on pourrait ajouter un tableau dans lequel seraient comparés entre eux les *nombres absolus* des espèces. Nous en donnerons ici un fragment qui n'embrasse que les zones tempérée et glaciale.

	France.	Amérique boréale.	Laponie.
Glumacées,	460	365	124
Composées,	490	454	38
Légumineuses,	230	148	14
Crucifères,	190	46	22
Ombellifères,	170	50	9
Caryophyllées,	165	40	29
Labiées,	149	78	7
Rhinanthées,	147	79	17
Amentacées,	69	113	23

Ces nombres absolus sont tirés des Flores de MM. de Candolle, Pursh et Wahlenberg. La masse des plantes phanérogames décrites en France est à celle de l'Amérique boréale dans le rapport de $1\frac{1}{3}:1$; à celle de Laponie, dans le rapport de $7:1$.

3°. En examinant en détail tout ce que nous savons déjà sur le rapport des monocotylédonées aux dicotylédonées, on observe que le dénominateur devient progressivement plus petit (et avec la plus grande régularité) en allant de l'équateur vers le 62ᵉ de latitude nord; il augmente peut-être de nouveau dans des régions plus boréales encore, sur la côte du Groenland, où les graminées paraissent très-rares (*Congo*, p. 4). Le rapport varie

de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{6}$ dans les différentes parties des tropiques. Sur 3880 phanérogames de l'Amérique équinoxiale que nous avons trouvées, M. Bonpland et moi, en fleur et en fruit, il y a 654 monocotylédonées et 3226 dicotylédonées : donc la grande division des monocotylédonées serait $\frac{1}{6}$ des phanérogames. D'après M. Brown, ce rapport est par-tout dans l'ancien continent (dans l'Inde, dans l'Afrique équinoxiale et dans la Nouvelle-Hollande), $\frac{1}{5}$.

Sous la zone tempérée, on trouve (d'après mes *Proleg.*, p. XII, et les données partielles publiées par M. de Candolle, *Dict. des Sciences nat.*, t. XVIII, p. 594—597) que les monocotylédonées sont aux dicotylédonées :

En Barbarie..................	= 1 : 4,8
En Egypte *..................	= 1 : 5,0
Dans le Caucase et en Crimée *.	= 1 : 6,0
Dans le royaume de Naples......	= 1 : 4,7
Dans l'état de Venise..........	= 1 : 4,0
En France..................	= 1 : 4,7
En Allemagne..................	= 1 : 4,0
En Suisse..................	= 1 : 4,3
Dans les Iles britanniques *.....	= 1 : 3,6
Dans l'Amérique septentrionale.	= 1 : 4,6.

Sous la zone glaciale, le rapport est :

En Laponie..................	= 1 : 2,8
En Islande..................	= 1 : 2,8.

On voit que des tropiques au pole l'augmentation relative des monocotylédonées est très-régulière. Comme les monocotylédonées aiment l'humidité, elles sont plus nombreuses dans les Iles britanniques, et plus rares en Egypte et dans les montagnes arides du Caucase. J'avais déjà observé que, dans les Alpes de la Suisse, au-dessus

de la région des Rhododendrons, les monocotylédonées sont aux phanérogames = 1 : 71, quand dans les plaines, elles sont, au pied des Alpes, = 1 : 4,3. (*Prologomena*, p. LII.)

4°. Dans la partie la plus fertile de l'Europe, au centre de la zone tempérée, une étendue de pays de 30,000 lieues carrées nourrit près de 6000 espèces de plantes, dont 2200 acotylédonées ou cryptogames et 3800 phanérogames. Parmi les dernières, il y a presque 500 composées, 300 graminées (en excluant les cypéroïdées et les joncacées), 250 légumineuses et 200 crucifères; mais seulement 70 amentacées, 50 euphorbiacées et 25 malvacées. Les grandes familles forment $\frac{1}{7}$ à $\frac{1}{20}$, les petites au-dessous de $\frac{1}{50}$ de la masse totale des phanérogames : c'est là, pour ainsi dire, l'état moyen de la végétation en Europe, dans des terrains fertiles, entre 42°—50° de latitude boréale. Pour convaincre les plus incrédules de la réalité des *proportions fixes* ou de la régularité que l'on observe en Europe dans la distribution des formes, sous une même zone, je vais offrir ici les rapports qu'offrent deux pays limitrophes, la France et l'Allemagne. On peut regarder les chiffres indiqués dans le tableau suivant comme les *coefficiens* de chaque famille; car, en multipliant le nombre des phanérogames de la zone tempérée de l'Europe par 0.076 ou 0.053, on trouve le nombre des espèces qui composent les familles des graminées ou des crucifères.

Composées......	en France,	1/7,4	= 0.135	↙
	En Allemagne,	1/8	= 0.125	
Glumacées......	Fr.	1/7,9	= 0.127	↗
	All.	1/7,1.	= 0.141.	

Graminées seules.	Fr.	1/13 = 0.077	↗
	All.	1/13 = 0.077	
Légumineuses . . .	Fr.	1/16 = 0.063	↙
	All.	1/18 = 0.056	
Crucifères.	Fr.	1/19 = 0.052	↙
	All.	1/18 = 0.056	
Ombellifères	Fr.	1/21 = 0.048	↙
	All.	1/22 = 0.046	
Labiées.	Fr.	1/24 = 0.042	↙
	All.	1/26 = 0.038	
Cypéracées* seules.	Fr.	1/27 = 0.037	↗
	All.	1/18 = 0.056	
Amentacées	Fr.	1/50 = 0.020	↗
	All.	1/40 = 0.025	
Orchidées *	Fr.	1/67 = 0.015	↙
	All.	1/43 = 0.023	
Boraginées.	Fr.	1/74 = 0.014	↗
	All.	1/72 = 0.014	
Rubiacées.	Fr.	1/73 = 0.014	↙
	All.	1/70 = 0.014	
Euphorbiacées*. .	Fr.	1/70 = 0.014	↙
	All.	1/100 = 0.010	
Joncacées.	Fr.	1/85 = 0.012	↗
	All.	1/94 = 0.011	
Ericinées*	Fr.	1/125 = 0.008	↗
	All.	1/90 = 0.011	
Malvacées *	Fr.	1/140 = 0.007	↙
	All.	1/230 = 0.004	
Conifères.	Fr.	1/192 = 0.005	↗
	All.	1/269 = 0.004	

Cette harmonie dans la majeure partie des résultats est d'autant plus frappante que les coefficiens ont été obtenus sur des masses de plantes très-inégales. En France, 3645; en Allemagne, seulement 1884 phanérogames ont été employées pour déterminer les rapports partiels des familles. Quoique les deux pays soient limitrophes, il s'en faut de beaucoup que les espèces soient les mêmes. La concordance des résultats entre des limites aussi étroites (le plus souvent au-dessous de $\frac{1}{8}$ de différence) prouve deux faits également remarquables : 1° que les 1700 à 1800 espèces de phanérogames qu'a de plus le catalogue de plantes françaises que l'excellent catalogue de M. Schrader employé pour l'Allemagne, sont réparties entre les diverses familles à-peu-près dans les mêmes rapports que l'on observe parmi les plantes communes aux deux pays; 2° que les espèces de légumineuses, de crucifères et d'ombellifères, que l'Allemagne paraît avoir exclusivement, se trouvent remplacées en France par un nombre à-peu-près égal d'espèces appartenant aux mêmes familles. Par-tout où l'on observe des écarts très-sensibles, on peut les attribuer à la circonstance que l'Allemagne est plus boréale que la France. Nous savons que les cypéracées et les éricinées augmentent si rapidement vers le nord, qu'il y a sous la zone tempérée $\frac{1}{20}$ de cypéracées et $\frac{1}{100}$ d'éricinées, tandis que, sous la zone glaciale on compte $\frac{1}{9}$ de cypéracées et $\frac{1}{25}$ d'éricinées. D'un autre côté, les rapports des orchidées, des malvacées et des euphorbiacées augmentent avec une égale rapidité vers le sud. En comparant le tableau précédent au tableau des trois zones (torride, tempérée et glaciale), on reconnaît les mêmes lois. J'ai ajouté à ce tableau comparatif de la France et de l'Allemagne les flèches qui, dans

le tableau général, indiquent les *directions de l'accroissement* du pole à l'équateur et de l'équateur au pole. Ce qui est bien remarquable aussi, c'est que les coefficiens des familles ne changent pas beaucoup, si, au lieu d'examiner de vastes contrées, qui ont 2600 à 3800 espèces de phanérogames, on restreint ses recherches à une étendue de quelques lieues carrées; par exemple, à la Flore de Berlin, qui, d'après l'ouvrage de M. Kunth, ne renferme que 900 espèces. Dans cette petite étendue de terrain, les légumineuses sont $\frac{1}{19}$; (dans toute la France, $\frac{1}{16}$; dans toute l'Allemagne, $\frac{1}{18}$); les glumacées, $\frac{1}{6}$; (en France, $\frac{1}{7 \cdot 9}$; en Allemagne, $\frac{1}{7}$) de la masse totale des phanérogames.

5°. De même que le *système de climats* du nouveau continent diffère essentiellement de celui de l'ancien à cause de la répartition inégale de la chaleur entre les différentes parties de l'année, de même aussi le *système d'agroupement* des plantes américaines offre des traits qui lui sont propres. C'est aux nouvelles recherches de l'*Arithmétique botanique* que l'on doit la connaissance de ces contrastes entre les zones tempérées des deux Mondes. J'ai réuni dans le tableau suivant les résultats de la Flore américaine de Pursh et de la Flore française de M. de Candolle. J'ai ajouté quelques coefficiens de la région glaciale européenne, pour prouver combien l'Amérique tempérée présente un *caractère boréal* dans les cinq familles des éricinées (et des rosages), des conifères, des amentacées, des ombellifères et des labiées.

	Amériq. tempérée.	France.
Composées.	1/6	1/7
Glumacées............	1/8.......	1/7,9

Graminées seules	1/10	1/13	
Joncacées seules	1/152	1/85	
Cyperacées seules	1/40	1/27	
Crucifères	1/62	1/19	
Légumineuses	1/19	1/16	
Malvacées	1/125	1/140	
Labiées	1/40	1/24	Laponie 1/70
Ericinées et Rosages	1/36	1/125	1/25
Ombellifères	1/57	1/20	1/55
Amentacées	1/25	1/50	1/21
Conifères	1/103	1/200	1/160

Les différences qui se manifestent dans ce tableau, entre les deux continens, portent non-seulement sur les cinq dernières familles que l'on pourrait appeler *des formes boréales*, mais aussi sur les crucifères, les joncacées et les cypéracées, qui sont également rares sous la zone torride et sous la zone tempérée du nouveau continent.

6°. On conçoit que les recherches sur les rapports numériques des familles végétales offriront des résultats beaucoup plus intéressans lorsque les flores des différens pays seront circonscrites entre des limites géographiques plus précises, et que les botanistes se seront mieux entendus sur les principes d'après lesquels on doit distinguer les variétés et les espèces. Les catalogues que l'on observe, sous le nom vague de *Flore des Etats-Unis de l'Amérique*, comprennent des pays situés sous des climats très-différens, depuis 18° à 9° de température moyenne. C'est la différence des climats qu'il y a, en Europe, entre la Calabre et l'Autriche. Lorsqu'on aura décrit un jour isolément, et avec la même exactitude, la végétation de la Caroline du Sud, de la Pensylvanie et de la Nouvelle-Angleterre, on distinguera un accroissement et un décroissement réguliers dans les rapports numériques des familles du sud au nord. Nous ne connaissons aujourd'hui que la *moyenne générale* de ces rapports partiels. Beaucoup de contrées nous paraissent plus riches en plantes, parce que les botanistes y élèvent plus légèrement des variétés au rang des espèces.

D'un autre côté, les voyageurs négligent souvent les plantes qu'ils croient les mêmes que celles de leur patrie. Mais lorsqu'on s'arrête à de grandes divisions, et lorsque le nombre des espèces que l'on compare est assez considérable, d'heureuses compensations favorisent ces recherches. C'est ainsi que les nouvelles flores, beaucoup plus complètes, de l'Amérique et de la Laponie, publiées par MM. Pursh et Wahlenberg, n'ont pas sensiblement altéré les rapports numériques que l'on trouve en s'arrêtant aux anciennes flores de Michaux et de Linné. (*Berl. Jahrb. der Gew.*, B. 1, S. 24.) Quelles que soient les rectifications que l'on pourra apporter à mon travail, je suis persuadé d'avance que plus on réunira d'observations exactes, et plus on verra que dans un même hémisphère, dans un même *système d'agroupement*, les variations partielles des coefficiens ne se font point par sauts brusques, mais selon des lois invariables. Il se peut que la *proportion tropicale* des malvacées soit $\frac{1}{32}$ ou $\frac{1}{33}$, au lieu de $\frac{1}{35}$; mais il n'en est pas moins certain que les légumineuses et les malvacées augmentent vers l'équateur, comme les joncacées et les éricinées augmentent vers le pole. On peut révoquer en doute les *quantités* des variations, la *rapidité* de l'accroissement, mais non sa *direction*.

7°. En comparant les coefficiens qui appartiennent aux mêmes familles sous différentes zones, on apprend à connaître, dans la rapidité de l'accroissement, des contrastes très-marquans. Dans l'ancien continent, les rapports des graminées, des légumineuses et des euphorbiacées changent beaucoup moins de la zone tempérée à l'équateur, que de la zone tempérée au pole.

8°. Les savans qui aiment à considérer chaque phénomène dans l'isolement le plus absolu, qui regardent les températures moyennes des lieux, les lois que l'on observe dans les variations du magnétisme terrestre, dans les rapports entre les naissances et les décès, comme des hypothèses hardies et comme de vagues spéculations théoriques, dédaigneront peut-être les discussions qui font l'objet principal de ce Mémoire : ceux, au contraire, qui se plaisent à contempler l'enchaînement mutuel des êtres

organisés, qui savent que les résultats numériques se rectifient par l'accumulation et l'étude soignée des faits particuliers, accueilleront un genre de recherches qui jettent du jour sur l'économie de la nature, sur la liaison qu'on remarque entre les climats et la forme des êtres, sur la distribution des plantes et des animaux dans les diverses régions de notre planète. Ce n'est que par l'examen numérique et la comparaison des espèces que l'on peut se former une juste idée de l'*état de la végétation* dans un pays donné; de l'influence générale qu'exerce la température sur la fréquence de certaines formes, près de l'équateur, sous le parallèle moyen et vers le cercle polaire; des traits caractéristiques qui distinguent, sous des zones isothermes, les deux systèmes d'agroupement de l'ancien et du nouveau Monde (1).

---

(1) A l'usage des personnes qui n'ont pas fait une étude spéciale de la botanique descriptive, et qui desirent cependant connaître les travaux que l'on a tentés dans les diverses branches des sciences naturelles, nous ajouterons ici les noms de quelques plantes très-communes qui caractérisent, pour ainsi dire, les tribus ou familles dont il est souvent question dans ce Mémoire.

Joncacées (joncs); — *Cypéracées* (souchet, laiche); — *Graminées* (froment, avoine, ivraie); — *Composées* (chardon, bluet, grand soleil); — *Légumineuses* ou *Papillonacées* (haricot, vesce, fève, acacia); — *Rubiacées* (caillelait, garence); — *Euphorbiacées* (titimale, ricin); — *Labiées* (sauge, menthe, ortie blanche); — *Malvacées* (guimauve, coton); — *Ombellifères* (fenouil, cerfeuil, carotte); — *Crucifères* (navet, moutarde, giroflée).

L'ensemble des plantes qui couvrent le globe est divisé par les botanistes en *phanérogames* (plantes à fleurs visibles) et *Cryptogames* ou *Agames* (fougères, lichens, champignons).

GROUPES FONDÉS SUR L'ANALOGIE DES FORMES.	RAPPORTS A TOUTE LA MASSE DES PHANÉROGAMES.			SIGNES indiquant la direction de l'accroissement.
	ZONE ÉQUATORIALE; lat. 0° — 10°.	ZONE TEMPÉRÉE; lat. 45° — 52°.	ZONE GLACIALE; lat. 67° — 70°.	
AGAMES (Fougères, Lichens, Mousses, Champign.)	Plaines............... 1/15 Montagnes........... 1/5	1/2	1/1	↗
FOUGÈRES seules......................	Pays peu montueux... 1/20 Pays très-montueux. 1/3 à 1/8	1/70	1/25	↙
MONOCOTYLÉDONÉES........................	Ancien continent...... 1/5 Nouveau continent..... 1/6	1/4	1/3	↗
GLUMACÉES (Joncacées, Cypéracées, Graminées).	1/11	1/8	1/4	↗
JONCACÉES seules..........................	1/400	1/90	1/25	↗
CYPÉRACÉES seules...........................	Ancien continent..... 1/22 Nouveau continent.... 1/50	1/20	1/9	↗
GRAMINÉES seules..........................	1/14	1/12	1/10	↗
COMPOSÉES..............................	Ancien continent..... 1/18 Nouveau continent.... 1/12	Ancien continent... 1/8 Nouveau continent.. 1/6	1/13	→ ←
LÉGUMINEUSES...........................	1/10	1/18	1/35	↙
RUBIACÉES.............................	Ancien continent..... 1/14 Nouveau continent.... 1/25	1/60	1/80	↙
EUPHORBIACÉES.........................	1/32	1/80	1/500	↙
LABIÉES..............................	1/40	Amérique........ 1/40 Europe.......... 1/25	1/70	→ ←
MALVACÉES.............................	1/35	1/200	0	↙
ÉRICINÉES et ROSAGES........................	1/130	Europe......... 1/100 Amérique....... 1/36	1/25	↗
AMENTACÉES...........................	1/800	Europe.......... 1/45 Amérique........ 1/25	1/20	↗
OMBELLIFÈRES..........................	1/500	1/40	1/60	→ ←
CRUCIFÈRES............................	1/800	Europe.......... 1/18 Amérique........ 1/60	1/24	→ ←

Explication des signes : ↗ le dénominateur de la fraction diminue de l'équateur vers le pole nord; ↙ le dénominateur diminue du pole nord vers l'équateur ; → ← le dénominateur diminue du pole nord et de l'équateur vers la zone tempérée. (HUMBOLDT.)

Expériences *relatives à la fabrication des savons mols.*

Par M. Colin.

Les essais que j'ai faits sur les savons en pâte m'ont conduit aux résultats suivans :

Il faut d'abord modérer l'excès de potasse dont un savon de ce genre doit généralement être pourvu ; l'économie le demande, et la conservation de la pâte l'exige bien plus encore ; un savon trop chargé de potasse est assez hygrométrique pour se liquéfier complètement en quelques heures : c'est ce que prouve l'expérience première (1).

Les expériences 2 et 3 font connaître un savon mol, très-beau, inaltérable à l'air, aisément soluble et qu'on peut regarder comme neutre. Le procédé par lequel on l'obtient consiste à mettre un excès d'huile, que l'on sépare ensuite au moyen de l'eau.

Les deuxième et onzième essais font voir pourquoi on ne met pas à la fois dans la chaudière tous les ingrédiens propres à la fabrication du savon. Si, en effet, on procède ainsi, toute la masse devenant visqueuse en même temps, on ne peut plus continuer l'ébullition sans réduire le tout en écumes ; mais si, en tout état de choses, le phénomène des écumes se présentait, il faudrait continuer l'opération hardiment, pourvu que le vase fût assez grand, puis-

(1) Le détail des expériences est à la suite de l'exposé.

qu'on peut changer la forme de ces écumes par un feu convenablement prolongé.

Il résulte des essais 9, 10 et 11, comparés à ceux des numéros 6, 7 et 8, que l'huile de lin donne plus facilement un savon transparent que l'huile de navette, et d'ailleurs il est évident que moins un savon formé d'huile et de soude sera consistant, et plus cette huile conviendra à la préparation des savons mols.

Il résulte encore de ces mêmes essais, que la potasse d'Amérique, au moins celle qui a fait le sujet de ces épreuves, ne convient point à cette fabrication, parce qu'elle y forme des nébulosités.

Tous les savons des derniers numéros, à commencer inclusivement par le n° 6, et en exceptant celui de l'expérience 13, présentent le phénomène remarquable d'une transparence parfaite tandis qu'ils sont encore chauds; transparence qui se dissipe ensuite à mesure qu'ils se refroidissent, et qui peut même être ainsi changée en opacité presque complète. Tous ceux qui sont dans ce cas, hors celui du n° 14, ont été préparés avec la potasse d'Amérique.

L'expérience 12 nous apprend que lorsqu'il s'agit d'avoir un savon mol bien transparent, il ne sert à rien de travailler l'huile par l'air et la vapeur d'eau, si par là on entend parer à l'effet de la potasse d'Amérique, sans profiter de la séparation des deux principes de l'huile (1).

La quatorzième tend à établir que la nébulosité générale

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, tome III. *Expérience* 2e, relative à la fabrication des savons durs.

causée par cette potasse, dans les précédens essais, et que j'ai attribuée d'abord à quelques parties de soude ou de chlorure de sodium, ou enfin d'un sel de soude, pourrait quelquefois être due à la chaux qui a servi à rendre la potasse caustique (1). En effet, c'est avec celle-ci, mise en excès, que se prépare la potasse caustique de nos laboratoires; nous avons vu d'ailleurs la soude à la chaux produire des nébulosités dans l'huile insaponifiable du colza (2); d'un autre côté, c'est toujours à froid que se prépare en grand la lessive de potasse destinée à faire le savon, et je me suis assuré que, dans ce cas, il y avait toujours une portion de carbonate non décomposée; que par conséquent il ne pouvait y avoir de chaux en dissolution, et qu'ainsi on évitait en grand cette cause d'erreur, sans se proposer d'autre but que d'épargner du combustible.

La treizième nous fait voir combien l'huile de noix est excellente pour ce genre de fabrication, et nous explique pourquoi les huiles chaudes (3) lui conviennent : c'est qu'elles ajoutent à la transparence. Cette expérience nous apprend aussi que les savons mols doivent à l'eau leur transparence et leur mollesse, puisqu'en la chassant, on obtient des savons friables et opaques.

L'on déduit aussi des expériences 6, 7 et 8, qu'il est

---

(1) Je ne suis pas éloigné de croire que ce genre d'essai peu servir à reconnaître si la potasse est exempte de soude ou de sels de soude.

(2) Même tome, même travail, *Expériences* 3 et 5.

(3) C'est ainsi que, dans l'art du savonnier, on appelle les huiles siccatives.

indifférent ou de peu d'importance, dans la méthode usitée, de mettre à chauffer un mélange de portions d'huile et de lessive.

1re *Expérience.* 5 onces 6 gros de potasse du commerce, à 50° alcalimétriques ont été mélangés avec 11 onces 2 gros de chaux éteinte; le tout a été recouvert de 5 gros de chaux en poudre, puis on y a mêlé de l'eau et laissé le tout séjourner dix-huit heures; on a ensuite filtré et lavé à deux reprises, à quelques heures de distance. La première eau, réunie au premier lavage, marquait 7° à l'aréomètre, et celle du second lavage en marquait 2 seulement. Il y avait en tout quatre pintes de liquide; les trois premières étaient, nous l'avons dit, à 7°. On s'est servi du tout pour convertir en savon une livre d'huile composée de 10 onces d'huile de colza et de 6 onces d'huile de lin. Le savon résultant était tellement chargé de potasse, qu'il se liquéfiait complètement en deux heures, bien qu'en sortant du feu il ne fît qu'une seule masse assez cohérente pour que la spatule l'enlevât d'un seul coup.

2e *Expérience.* On y a ajouté 3 onces d'huile de colza, après avoir ramolli ce savon au bain-marie (précaution inutile et même nuisible, parce qu'on y réussit mieux à feu nu). Le savon a pris en effet de la consistance, et il y persistait; mais on avait passé d'un excès à l'autre; il contenait trop d'huile et il avait perdu sa transparence. On l'a donc mis en contact avec une grande quantité d'eau; et pour hâter sa dissolution, l'on a fait bouillir, puis on a laissé refroidir et reposer le tout. Il s'est formé deux couches, l'une, inférieure, était transparente et brune; l'autre blanche et opaque : on les a séparées au moyen d'un entonnoir. La première a été mise

en évaporation ; elle a donné beaucoup d'écumes ; mais enfin, ces écumes s'étant dissipées, il en est résulté un savon d'un jaune de miel foncé et d'une transparence parfaite, n'ayant point le goût alcalin et n'attirant point l'humidité. C'est, je le pense, une combinaison neutre. Il faut employer, pour la colorer, une bien plus grande quantité de la dissolution d'indigo dans la potasse, que si le même savon eût été alcalin : c'est au moins ce qui résulte de l'expérience que j'en ai faite. La seconde partie, qui était blanche et opaque, a encore été mise en contact avec beaucoup d'eau froide ; on a versé le tout dans un entonnoir, comme dessus, et le liquide s'étant encore séparé en une partie transparente et une partie qui ne l'était point, la portion transparente, abandonnée à une évaporation spontanée, a fourni aussi une très-petite quantité d'un beau savon, bien transparent, d'une couleur jaune foncée. La partie opaque, étant épuisée par l'eau, était du savon retenant de l'huile non acidifiée, en assez grande quantité pour n'être point miscible à l'eau : elle pourrait être considérée comme du savon en dissolution dans une huile.

3e *Expérience.* 4 onces 6 gros de potasse à 50° alcalimétriques, étant mêlés à une livre de colza, ont donné un savon d'un blanc jaunâtre, d'une belle transparence, d'une consistance très-convenable, d'un goût savonneux, mais non alcalin, se conservant à l'air par les temps les plus humides sans changer de consistance.

4e *Expérience.* Il a été dissous dans une lessive alcaline à 2° de l'aréomètre, et ensuite ayant été rapproché, il a pris un peu d'alcalinité ; mais sa transparence a été troublée. Cependant la couche supérieure, qui se trou-

vait par conséquent au contact de l'air, s'est rétablie dans sa transparence, en s'emparant sans doute de l'humidité de l'atmosphère. Le manque d'eau peut donc produire l'opacité : nous le vérifierons tout-à-l'heure.

5ᵉ *Expérience.* On a pris 20 onces d'huile, dont 14 d'huile de navette et 6 d'huile de lin ; on les a saponifiées avec 7 onces de la même potasse que ci-dessus, et l'on a obtenu un savon d'une belle transparence et d'une bonne consistance, d'un jaune ambré, attirant un peu plus l'humidité que les bons savons du commerce, mais jouissant d'ailleurs de toutes leurs qualités.

6ᵉ *Expérience.* 4 onces 4 gros de potasse d'Amérique à 60° alcalimétriques, et une livre d'huile de navette précitée, ont donné 24 onces de savon mol. Ce savon était très-consistant, blanc, et tenait en suspension des grains opaques. — Dans cet essai, on a fait chauffer l'huile, et l'on a ensuite ajouté la lessive, à mesure qu'il en était besoin.

7ᵉ *Expérience.* 4 onces 4 gros de la potasse précédente, plus une livre de la même huile de navette, ont donné 27 onces 6 gros d'un savon blanc, tenant en suspension des grains opaques : sa consistance était voisine de la liquidité, ce qui explique son plus grand poids, et ce qui montre en même temps que son opacité ne vient pas d'un manque d'eau. — Cette expérience a été commencée en portant à l'ébullition une partie de la lessive avant de lui ajouter une portion de l'huile.

8ᵉ *Expérience.* Même expérience que dessus, donnant 23 onces 5 gros d'un savon tenant aussi en suspension des grains opaques. — Cette fois l'expérience a été commencée

en introduisant à la fois dans la bassine l'huile et une portion de lessive qui lui était mélangée.

9e *Expérience.* 16 onces d'huile de navette, 8 d'huile de lin et 6 onces 6 gros de la potasse d'Amérique déjà citée, ont donné 37 onces d'un savon mol. Ce savon était d'une demi-transparence; aucun grain ne s'y faisait remarquer; sa couleur était d'un blanc légèrement jaunâtre; sa consistance était celle de la glue.

10e *Expérience.* 11 onces d'huile de navette ont été mises avec 5 onces d'huile de lin; on y a joint la lessive de 5 onces 1 gros de la même potasse d'Amérique, et l'on a eu une livre 9 onces de savon mol. Celui-ci était consistant et moins opaque que ceux des n°s 6, 7 et 8.

11e *Expérience.* 9 onces d'huile de navette, 6 d'huile de lin et 4 onces 3 gros de la même potasse ont fourni une livre 5 onces 5 gros de savon mol. Sa consistance était celle de la glue; son opacité était très légère; en un mot, il s'en fallait peu qu'il ne fût marchand. On avait observé, en le faisant, une production de mousse qui s'était dissipée d'elle-même par un rapprochement suffisant.

12e *Expérience.* 9 onces 3 gros d'huile, dont 3 onces d'huile de lin, et 6 onces 3 gros d'huile de navette qui avait subi l'action d'un courant d'air et de vapeurs aqueuses, ont été traitées par la lessive de 2 onces 2 gros de la précédente potasse. L'opération, conduite à peu de chose près comme la plupart des précédentes, a présenté le phénomène des écumes, quoique la lessive ait été ajoutée successivement; ce qui peut dépendre ou d'une trop grande quantité de lessive mise dans un instant donné, ou d'un coup de feu trop violent, relativement à la dose des matières en expérience. Le savon résultant pesait

14 onces ; sa transparence n'était point encore plus grande que celle du n° 10 ; sa consistance était à-peu-près celle de la glue.

13e *Expérience.* Un essai fait avec de l'huile de noix et d'autre potasse a donné un très-beau savon. On s'est assuré, en le poussant à siccité, qu'il perdait facilement son eau quand on le chauffait, en faisant entendre alors un bruit semblable à celui du papier qu'on déchire, et en devenant friable et opaque.

14e *Expérience.* On a pris trois volumes d'huile à quinquet, pesant 12 onces ; on les a saponifiés par quatre volumes de potasse caustique pesant 18 onces 4 gros, et marquant 36° degrés à l'aréomètre, et on a obtenu un savon bien transparent à chaud, mais dont la transparence devenait de plus en plus faible pendant le refroidissement, et qui s'est trouvé enfin tout-à-fait nébuleux.

Prix *décernés par l'Académie des Sciences, dans la séance publique du 2 avril* 1821.

L'Académie des Sciences, dans sa séance publique du 22 mars 1819, avait remis pour la troisième fois au concours la question de savoir quels sont les changemens chimiques qui s'opèrent dans les fruits pendant leur maturation, et au-delà de ce terme. Les concurrens devaient, aux termes du programme :

1°. Faire l'analyse des fruits aux principales époques de leur accroissement et de leur maturation, et même à l'époque de leur *blessissement* et de leur pourriture ;

2°. Comparer entre elles la nature et la quantité des substances que les fruits contiendraient à ces diverses époques ;

Examiner avec soin l'influence des agens extérieurs, surtout celle de l'air qui environne les fruits, et l'altération qu'il éprouve.

Les observations pouvaient se borner à quelques fruits d'espèces différentes, pourvu qu'il fût possible d'en tirer des conséquences assez générales.

Le prix est une médaille d'or de la valeur de 3000 fr.

Trois concurrens se sont présentés.

Le premier a pris pour épigraphe : *Sole sub ardenti;*

Le second : *Voyez comme en secret la nature fermente.*

(Delille, *poëme des Jardins.*)

Le troisième : *Multa facta paucis verbis.*

Voici le jugement que les commissaires ont porté sur leurs Mémoires :

L'auteur du n° 1, *sole sub ardenti*, s'est livré à des spéculations théoriques, et ne s'est appuyé dans ses raisonnemens sur aucune expérience précise. Il ne mérite point d'être distingué.

L'auteur du n° 3, *multa facta paucis verbis*, a fait preuve de connaissances. Il a bien entendu la question ; mais il paraît, d'après son propre aveu, qu'il n'a point eu assez de temps pour la traiter convenablement. Cependant son Mémoire contient plusieurs observations intéressantes qui le rendent digne d'une mention honorable.

L'auteur du n° 2, *voyez comme en secret la nature fermente*, est celui qui a le plus approché du but. Ce n'est pas que les expériences qu'il rapporte sur les chan-

gemens qui surviennent dans la composition du fruit, depuis sa naissance jusqu'à sa maturation et à son *blessissement*, soient bien concluantes : elles laissent, au contraire, beaucoup à desirer; elles ne sont ni assez multipliées ni assez précises pour pouvoir en tirer des conséquences générales et incontestables. Mais celles qu'il a faites, en examinant l'influence des gaz sur la maturation, sont très-remarquables.

Il a vu que la maturation des fruits ne s'opérait que par le contact de l'air, et qu'alors il se formait du gaz acide carbonique par l'union de l'oxigène de l'atmosphère avec le carbone du fruit, de sorte qu'il se passe un phénomène opposé à celui que présentent les feuilles sous l'influence solaire.

« Les fruits, dit l'auteur, n'agissent pas comme les » feuilles sur l'air atmosphérique. Le résultat de leur » action, etc. » (Nous supprimons la citation, puisque le Mémoire lui-même se trouve dans ce Cahier.)

Les commissaires n'ont pu répéter ces expériences à cause de la saison; mais comme elles paraissent faites avec beaucoup de soin, nous en croyons les résultats exacts.

Dans cet état de choses, vu la difficulté et l'importance du sujet, ils ont été d'avis que le prix doit être accordé au Mémoire n° 2, ayant pour épigraphe :

Voyez comme en secret la nature fermente.

Et qu'on doit accorder une mention honorable au n° 3, dont l'épigraphe est :

Multa facta paucis verbis.

Sans doute les auteurs de ces Mémoires continueront

leurs recherches et achèveront de résoudre complétement les questions.

Le prix a été décerné à la pièce n° 2 : l'auteur est M. Bérard, correspondant de l'Académie, à Montpellier.

Une mention honorable est accordée à la pièce n° 3 : l'auteur est M. Couverschel, pharmacien à Paris, rue Saint-Denis, près de la rue aux Fers.

Prix d'Anatomie.

La Commission nommée pour examiner les Mémoires qui ont concouru pour le prix de physique sur l'anatomie comparative du cerveau, a arrêté à l'unanimité que le prix doit être décerné au Mémoire n° 4, portant pour épigraphe :

Démocrite, Anaxagoras disséquaient déjà le cerveau, il y a près de trois mille ans. Haller, Vicq-d'Azir et vingt anatomistes vivans l'ont disséqué de nos jours; mais, chose admirable, il n'en est aucun qui n'ait encore laissé des découvertes à faire à ses successeurs.

L'auteur est M. Serre, médecin de l'hôpital de la Pitié.

Et qu'une mention honorable peut être décernée au Mémoire n° 2, ayant pour épigraphe :

Intelligenti pauca ;

dont l'auteur est Mr C. L. Sommé, docteur en médecine.

Prix de Statistique fondé par feu M. de Montyon.

La Commission nommée par l'Académie pour l'examen des pièces qui devaient concourir au prix de sta-

tistique, a pris connaissance des ouvrages déposés au Secrétariat, et l'opinion unanime de la Commission a été que le prix devait être décerné à la *Statistique du département du Lot*, ouvrage manuscrit dont l'auteur est M. Delpon, membre du Conseil-général du Département. Ce prix est double cette année. Il consiste en une médaille d'or de la valeur de 1060 francs.

Il a été fondé par M. le baron de Montyon, écrivain distingué, grand magistrat, philosophe sincère et constant bienfaiteur des sciences, que la France et l'humanité ont perdu dans le cours de cette année.

La Commission a remarqué parmi les pièces qui ont été l'objet de son examen un ouvrage imprimé sous le titre d'*Essai statistique sur le département de la Loire.*

C'est un exposé sommaire écrit avec soin et avec méthode; il contient un grand nombre de faits dont la publication est utile et propre à éclairer l'Administration. L'auteur est M. Duplessy, sous-préfet de Nantua, ancien secrétaire-général du département de la Loire. L'époque où cet ouvrage a été publié n'a pas permis de le comprendre parmi les pièces destinées au concours de cette année. La Commission le regarde comme digne d'une mention très-honorable. Quant à l'ouvrage qu'elle a proposé de couronner, voici les motifs qui ont déterminé son avis.

Cette description du département du Lot est faite avec beaucoup de soin et de détail, elle consiste en une exposition régulière, complète et méthodique des faits naturels ou civils qui concernent la statistique de ce département. L'observation exacte d'un aussi grand nombre d'objets exigeait des connaissances étendues, et il n'y a

aucune partie de cet ouvrage qui ne soit traitée selon les principes propres à chaque science, et conformément aux règles générales que l'Académie a tracées dans son programme de statistique.

La description minéralogique du territoire, telle què l'auteur l'a donnée, celle des animaux et des plantes supposent une connaissance exacte des principes de la physique et de l'histoire naturelle.

La question importante et difficile de la population est traitée sous divers points de vue; et si les faits de ce genre n'ont pas encore été connus avec une entière exactitude, ils sont du moins considérés sous tous les rapports principaux. La description des antiquités et l'exposé des faits et des monumens relatifs à ce pays forment une partie remarquable de l'ouvrage, et fixeront principalement l'attention des personnes qui s'intéressent aux sciences historiques.

Les questions relatives à l'administration, à l'agriculture, à l'industrie, au commerce, y sont présentées avec le même soin. Il y a plusieurs de ces questions au sujet desquelles la Commission ne peut exprimer aucune opinion, et notamment en ce qui concerne les matières administratives et judiciaires propres à ce département. Mais elle a pensé qu'en général la publication de cet ouvrage mérite l'encouragement du Gouvernement.

L'Académie s'efforcera toujours de diriger vers un but aussi utile les recherches statistiques entreprises dans les autres parties de la France. Elle desire contribuer à accélérer l'époque où l'on posséderait une description semblable de tous les départemens.

Prix de Physiologie expérimentale fondé par feu M. de Montyon.

Ce prix, dont le Roi a autorisé la fondation par une ordonnance en date du 22 juillet 1818, doit être décerné chaque année à l'ouvrage imprimé ou manuscrit qui aura paru avoir le plus contribué aux progrès de la physiologie expérimentale.

Parmi les ouvrages envoyés au concours, la Commission a considéré comme dignes du premier rang, chacun dans leur genre, deux ouvrages manuscrits, l'un de physiologie végétale, l'autre de physiologie animale. Ne pouvant établir de comparaison entre eux, et le mérite ayant paru égal de part et d'autre relativement à la science à laquelle chacun d'eux appartient, la Commission a pensé que l'Académie devait couronner ces deux Mémoires, et leur partager le prix également. L'ordre de leur nomination n'indique donc aucune préférence; il a été seulement déterminé selon l'ordre alphabétique du nom des auteurs.

L'un de ces Mémoires est de M. Dutrochet. Il a pour titre : *Recherches sur l'accroissement et la reproduction des végétaux*, et contient des observations neuves sur l'accroissement des végétaux en épaisseur, le mode de formation des racines, des bourgeons et des branches, et la germination.

L'autre est de M. Edwards, et contient un grand nombre d'expériences qui offrent des résultats nouveaux concernant les effets de la respiration des animaux sur l'air, et de l'air sur la respiration. C'est la continuation d'une suite de travaux dont une première partie a déjà été cou-

ronnée. Cette suite a pour titre : *De l'Influence des agens physiques sur les animaux vertébrés.*

L'Académie a décerné l'*accessit* à un ouvrage allemand imprimé de MM. Tiedeman et Gmelin, *sur les voies que prennent diverses substances pour passer de l'estomac et du tube intestinal dans le sang*, etc.

Elle a accordé une mention honorable, comme encouragement, à un Mémoire de M. Magendie *sur le mécanisme de l'absorption chez les animaux à sang rouge et chaud*, et un témoignage d'encouragement à un Mémoire de M. Desmoulins intitulé : *De l'état du système nerveux sous ses rapports de volume et de masse dans le marasme non sénile*, et de l'influence de cet état sur les fonctions nerveuses.

Prix de Mécanique.

M. de Montyon a offert une rente de 500 francs sur l'Etat pour la fondation d'un prix annuel que le Roi a autorisé par une ordonnance en date du 29 septembre 1819, en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie royale de Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instrumens utiles aux progrès de l'agriculture, des arts mécaniques et des sciences.

Aucun des instrumens ou machines récemment inventés n'ayant paru digne du prix qui devait être décerné dans la séance publique du mois de mars 1821, ce prix est remis.

En conséquence il sera cumulé avec celui de 1821, pour être donné dans la séance publique du mois de mars 1822.

Le prix ne sera donné qu'à des machines dont la description et les plans ou modèles, suffisamment détaillés, auront été soumis à l'Académie, ou publiés soit isolément, soit dans quelque ouvrage imprimé, transmis à l'Académie.

En conséquence l'Académie invite les auteurs qui croiraient avoir des droits à ce prix, à communiquer les descriptions manuscrites ou imprimées de leurs inventions, avant le 1er janvier 1822. Ce terme est de rigueur.

Prix d'Astronomie.

La médaille fondée par feu M. de Lalande, pour être donnée annuellement à la personne qui, en France ou ailleurs (les mèmbres de l'Institut exceptés), aura fait l'observation la plus intéressante ou le Mémoire le plus utile aux progrès de l'astronomie, vient d'être décernée à MM. Nicollet et Pons, qui, le même jour 21 janvier 1821, et presque à la même heure, ont découvert une comète dans la constellation de Pégase. L'un à l'Observatoire royal de Paris, et l'autre à celui de Marlia, près de Lucques.

M. Nicollet nous a tenus constamment au courant des observations qu'il a pu faire depuis le jour de la découverte, jusqu'à celui où la comète s'est perdue dans les rayons du soleil. Dès que ces observations ont été en nombre suffisant, il s'est empressé de calculer une orbite qui ne peut être qu'une première approximation, vu la lenteur de la comète et la petitesse de l'arc qu'elle a décrit sous nos yeux. Elle vient de passer à son périhélie, c'est-à-dire, au point de son orbite où sa distance au soleil est la

plus petite et son mouvement le plus rapide. Tout ce que nous en dirons ici, c'est que de toutes les comètes que nous connaissons, à peine s'en trouve-t-il quatre ou cinq qui aient plus approché du soleil.

M. Pons, qui depuis plusieurs années était directeur-adjoint de l'Observatoire royal de Marseille, est aujourd'hui directeur de l'Observatoire de Marlia ; il s'est rendu célèbre dans toute l'Europe par les découvertes de ce genre. La comète actuelle est la vingt-sixième ou la vingt-septième qu'il a vue, et il s'est empressé de nous communiquer les premières observations qu'il en a faites. Cette comète a été vue depuis, le 25 janvier, par M. Blanpain, directeur de l'Observatoire royal de Marseille ; et le 30 du même mois, à Brême, par M. Olbers.

L'Académie a cru devoir partager la médaille de Lalande entre les deux astronomes français qui, les premiers de tous, ont aperçu le nouvel astre, qu'ils ont suivi constamment avec les moyens différens qu'ils avaient à leur disposition. Tous deux ont déjà reçu plusieurs fois cette espèce d'encouragement et ce témoignage de la satisfaction de l'Académie.

PROGRAMMES *des Prix proposés par l'Académie des Sciences, pour l'année* 1822.

Prix de Statistique.

UNE ordonnance du Roi rendue le 22 octobre 1817, a autorisé la fondation d'un prix annuel de Statistique, qui doit être proposé et décerné par l'Académie des Sciences.

Parmi les ouvrages publiés chaque année, et qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la Statistique de la France, celui qui, au jugement de l'Académie, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la première séance publique de l'année suivante. On considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrits, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés dans le cours de l'année, seraient adressés à l'Académie : sont seuls exceptés les ouvrages imprimés ou manuscrits des membres résidens.

Afin que les recherches pussent s'étendre à un plus grand nombre d'objets, il a paru d'abord préférable de ne point indiquer une question spéciale, en laissant aux auteurs mêmes le choix du sujet, pourvu que ce sujet appartienne à la statistique proprement dite, c'est-à-dire qu'il contribue à faire connaître exactement le territoire ou la population, ou les richesses agricoles et industrielles du royaume et des colonies.

Les remarques suivantes pourront servir à diriger les auteurs vers le but que l'on s'est proposé en fondant un prix annuel de statistique.

Cette science a pour objet de rassembler et de présenter avec ordre les faits qui concernent directement l'économie civile. Elle observe et décrit les propriétés du climat, la configuration du territoire, son étendue, ses divisions naturelles ou politiques, la nature du sol, la direction et l'usage des eaux.

Elle énumère la population, et en distingue les différentes parties sous les rapports du sexe, de l'âge, de l'état de mariage, et de la condition ou profession.

Elle montre l'état et les progrès de l'agriculture, ceux

de l'industrie et du commerce, et en fait connaître les procédés, les établissemens, et les produits.

Elle indique l'état des routes, des canaux et des ports;

Les résultats de l'Administration des secours publics;

Les établissemens destinés à l'instruction;

Les monumens de l'histoire et des arts.

Ainsi, le but de ses recherches est de reconnaître et de constater les effets généraux des institutions civiles, et tous les élémens de la puissance respective et de la richesse des nations.

La statistique est donc une science de faits; elle est formée d'un grand nombre de résultats positifs fidèlement représentés; elle multiplie les observations, les détails utiles, et surtout les évaluations et les mesures; elle exige une instruction variée, et plusieurs sciences l'éclairent et la dirigent : mais elle leur emprunte seulement des principes généraux que l'expérience et l'étude ont fixés depuis long-temps.

Elle diffère beaucoup de la science de l'économie politique, qui examine et compare les effets des institutions, et recherche les causes principales de la richesse et de la prospérité des peuples. Ces considérations, qui exigent des lumières si rares, ne peuvent être fondées que sur l'examen attentif de tous les faits; mais elles ne sont point le premier objet de la statistique, qui exclut presque toujours les discussions et les conjectures.

L'arithmétique politique, c'est-à-dire, l'application de l'analyse mathématique à un certain ordre de faits civils, doit aussi être distinguée de la statistique. Cette analyse dirige utilement les recherches sur la population et sur

d'autres objets qui intéressent l'économie publique. Elle indique, dans ces recherches, les élémens qu'il importe le plus d'observer, leur dépendance réciproque et le nombre des observations nécessaires pour acquérir un degré donné de certitude ; elle détermine la durée moyenne de la vie, celle des mariages ou associations, le nombre d'hommes d'un âge donné, le rapport de la population totale au nombre moyen des naissances annuelles. La statistique admet ces divers résultats, sans les envisager sous le point de vue théorique. Elle emploie surtout ceux que l'on peut regarder comme évidens par eux-mêmes, et dont la conséquence est devenue facile à acquérir.

Les richesses d'un état, sa population, les usages publics, les arts, enfin presque tous les objets que la statistique considère, et qu'elle décrit à une certaine époque, peuvent subir des changemens très-sensibles dans l'intervalle de quelques années, en sorte qu'il paraît nécessaire de renouveler sans cesse les premières recherches ; mais on doit faire à ce sujet une remarque importante. La plupart de ces élémens variables conservent entre eux une relation que l'expérience a fait connaître, et qui subsiste toujours, ou du moins pendant un laps de temps considérable. On est parvenu à distinguer, dans plusieurs cas, ceux des élémens qu'il suffit d'observer chaque année pour déterminer les autres avec une approximation suffisante. Cette remarque est très-générale, et constitue un des principes de la statistique. Elle sert à vérifier les résultats ; elle dispense de renouveler fréquemment les recensemens généraux, les énumérations, les descriptions complètes,

et perpétue en quelque sorte l'utilité de ces premiers travaux.

Les mesures géodésiques ; les observations relatives aux températures et à l'état de l'atmosphère, aux maladies communes, à la salubrité de l'air, des alimens et des eaux ; l'exposition des procédés des arts, les descriptions minéralogiques, appartiennent sans doute à la statistique ; elles en sont même des élémens précieux : mais cette science n'a point pour but de perfectionner les théories ; elle en considère seulement l'application immédiate et générale à l'état présent de la société.

Si parmi les ouvrages de statistique, il y en a dont on ne doit attendre aucun avantage, ce sont ceux dont les auteurs, embrassant d'avance une opinion fixe sur une des questions d'économie politique, sembleraient moins occupés d'énumérer tous les faits, que de choisir et de faire remarquer ceux qu'ils jugeraient favorables à leurs sentimens.

On pourrait au contraire, parmi les ouvrages regardés à juste titre comme les plus utiles, désigner ceux qui auraient pour objet :

La description d'une des principales branches de l'industrie française, et l'estimation détaillée de ses produits.

La description des cours d'eaux, et de leur usage dans une portion notable du territoire de la France.

Le tableau de l'industrie de la capitale, recherche importante qui se compose d'une multitude d'élémens divers très difficiles à rassembler.

Le plan topographique d'une grande ville, joint à des Mémoires assez étendus sur la population, le commerce, la navigation et les établissemens maritimes.

Les descriptions statistiques des départemens ou des annuaires rédigés d'après les instructions générales qui ont été publiées en France, et que Son Excellence le Ministre de l'Intérieur a renouvelées.

L'indication des substances qui forment la nourriture des habitans des campagnes dans plusieurs départemens, et le tableau des proportions selon lesquelles ces mêmes substances sont employées comme alimens.

Une suite d'observations sur les transports effectués par terre, qui serve à comparer l'importance respective des communications.

L'état des richesses minéralogiques, celui de la navigation intérieure.

Enfin, divers Mémoires de ce genre ayant un objet spécial exactement défini et relatif à l'économie publique.

Les auteurs regarderont sans doute comme nécessaire d'indiquer les sources où ils ont puisé, et de faire connaître tous les motifs sur lesquels la confiance du lecteur peut se fonder. Cette condition doit toujours être observée, quand l'objet principal d'un ouvrage est l'énumération des faits. Elle est d'ailleurs indispensable pour déterminer le jugement de l'Académie.

On regarderait comme préférables ceux de ces Mémoires qui, à conditions égales, s'appliqueraient à une grande partie du territoire ou à des branches importantes de l'agriculture ou du commerce; ceux qui donneraient la connaissance complète d'un objet déterminé, et contiendraient surtout la plus grande quantité possible de résultats numériques et positifs.

En effet, il est assez facile de substituer à ces énumé-

rations des aperçus généraux, des dissertations ou des vues sur tous les objets qui intéressent l'administration de l'Etat : mais ce qui demande beaucoup de sagacité et de soin, ce qui est vraiment digne de l'attention, et nous dirons même de la reconnaissance publique, c'est de discerner les faits importans, d'en former une collection nombreuse et variée, d'assigner les quantités, les valeurs, l'étendue, de soumettre à des mesures tout ce qui peut en être l'objet, de multiplier les rensignemens exacts et les observations. Ce sont les travaux de ce genre qui éclairent les sciences économiques, préparent les projets utiles et les grandes entreprises, inspirent l'homme d'état, réunissent et présentent sans cesse à la science de l'administration et à l'histoire les élémens dont se compose la longue expérience des sociétés humaines.

Les réflexions précédentes pourraient être plus développées ; mais elles suffisent pour l'objet que l'on a dû se proposer ici, qui est d'énoncer les règles générales. L'Académie des Sciences aura satisfait aux intentions du Gouvernement, à celles du fondateur, ses vœux seront accomplis si, en exposant les principes fondamentaux de la science qui est l'objet du concours, elle parvient à en propager la connaissance, à inspirer de plus en plus le goût des études positives, et à diriger vers un but commun des recherches consacrées à l'utilité publique.

Les Mémoires manuscrits, destinés au concours de l'année 1821, doivent être adressés au Secrétariat de l'Institut, *francs de port*, et remis avant le 1er janvier 1821 ; ils peuvent porter le nom de l'auteur, ou ce nom peut être écrit dans un billet cacheté joint au Mémoire.

Quant aux ouvrages imprimés, il suffit qu'ils aient été

publiés dans le courant de l'année 1821, et qu'ils aient été adressés à l'Académie avant l'expiration du délai indiqué. Le prix sera une médaille d'or équivalente à la somme de *cinq cent trente francs*.

Il sera décerné dans la séance publique du mois de mars 1822.

Prix de Physique.

L'origine de la chaleur animale n'est pas établie d'une manière incontestable, et même les physiciens sont encore partagés sur cet objet, qui est d'une grande importance pour les progrès de la physiologie.

L'Académie royale des Sciences propose pour le prix qu'elle doit décerner dans la séance publique de l'année 1823, de *déterminer par des expériences précises quelles sont les causes, soit chimiques soit physiologiques, de la chaleur animale.* Elle exige particulièrement que *l'on détermine exactement la chaleur émise par un animal sain, dans un temps donné, et l'acide carbonique qu'il produit dans la respiration; et que l'on compare cette chaleur à celle que produit la combustion du carbone en formant la même quantité d'acide carbonique.*

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être remis, avant le 1er janvier 1823, francs de port, au Secrétariat de l'Institut, et porter chacun une épigraphe ou devise, qui sera répétée avec le nom de l'auteur, dans un billet cacheté joint au Mémoire; il en sera donné récépissé.

Les concurrens sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des ouvrages qui auront été envoyés au

concours; mais les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies s'ils en ont besoin.

On trouvera, pages 307 et 311, les renseignemens relatifs aux prix *annuels* de physiologie et de mécanique, fondés par M. de Montyon.

Sur *la Compressibilité de l'eau.*

Par M. Jacob Perkins.

(Traduit de l'anglais par A. Riffault.)

Ayant pensé depuis long-temps que l'eau était un fluide élastique, je fus conduit, pour vérifier ce fait, à faire plusieurs expériences, et, dans cette vue, je fis construire un instrument que j'appelle *piézomètre*, qui se trouve représenté dans la figure 8. Il consiste en un cylindre *A* de 3 pouces de diamètre sur 18 de longueur; l'une de ses extrémités *B* est hermétiquement fermée au moyen d'une plaque fortement soudée; à l'autre extrémité est adapté un bouchon *C*, également impénétrable à l'eau, qu'on peut visser et dévisser à volonté. La verge, ou le plongeur *D*, qui a $\frac{5}{16}$ de pouce de diamètre, traverse une boîte pleine *E*, et un anneau mobile *a* se trouve placé au contact immédiat du plongeur et de la boîte. Un canon, fig. 9, suffisamment large pour contenir le piézomètre, et dont la lumière avait été parfaitement

bouchée, fut fixé verticalement en terre, en laissant saillir la bouche de 18 pouces environ au-dessus du sol. Sur cette ouverture, se trouvait fixé avec des vis un fort chapeau *A*, dans le centre duquel fut vissé avec force une petite pompe comprimante *B*, dont le piston avait $\frac{5}{8}$ de pouce de diamètre : une petite ouverture avait été ménagée dans le chapeau, afin qu'on pût y placer une soupape pour faire connaître le degré de pression ; une pression d'une livre sur cette soupape représentait une atmosphère. Tout étant ainsi disposé, on introduisit le piézomètre dans le canon, et l'on y fit entrer de l'eau avec force jusqu'à ce qu'elle commençât à couler à travers le chapeau ; à cette époque, la soupape indiquait une pression de cent atmosphères. On sortit alors le piézomètre du canon, et l'on reconnut que l'anneau mobile s'était élevé de 8 pouces sur le plongeur : preuve évidente que celui-ci avait été forcé de pénétrer dans le cylindre de cette quantité; ce qui indique, en outre, une compression d'environ un pour cent. Nous avons renonnu, par des expériences répétées, que, pour produire ce degré de compression, il fallait faire entrer dans le canon 3 pour cent d'eau ; fait qui prouve ou que le canon se dilate, ou que l'eau pénètre les pores de la fonte : il est probable que ces deux causes concourent à produire l'effet.

Cette expérience fut faite en Amérique, en 1819: avant d'avoir eu le temps de donner plus de force à mon appareil, je fus obligé de m'embarquer pour l'Angleterre. Je trouvai néanmoins, pendant ma traversée, de fréquentes occasions de répéter mes essais, et d'en faire de nouveaux à l'aide d'une pression naturelle. J'y procédai de la manière suivante : Ayant attaché au piézomètre un poids

de plomb de 54 livres, il fut plongé dans l'eau à une profondeur de 500 fathoms (915 mètres) qu'on peut assimiler à une pression d'environ 100 atmosphères : quand on le retira, on vit que l'anneau s'était avancé de 8 pouces sur la tige; ce qui indique, comme nous l'avons déjà trouvé ci-dessus, une compression de 1 pour cent. Cette expérience, répétée plusieurs fois, donna constamment le même résultat.

L'expérience suivante consistait à plonger dans la mer, à une profondeur de 150 fathoms (275 mètres), une forte bouteille à *porter* vide, bien bouchée et bien scellée au moyen de six morceaux de toile de coton saturés d'une composition de cire à cacheter et de goudron, et fortement attachés par-dessus le bouchon avec une corde qui faisait le tour du goulot. La bouteille, après être restée pendant quelques minutes à la profondeur mentionnée, fut retirée; on n'y aperçut aucun changement, et il n'y avait pas pénétré une goutte d'eau.

La même bouteille fut de nouveau plongée à une plus grande profondeur, à 220 fathoms (403 mètres); quand on la retira, on y trouva environ une roquille (*gill*) (1) d'eau; d'ailleurs on ne remarquait pas le plus léger dérangement dans la partie cachetée.

On plongea enfin, pour la troisième fois, la même bouteille à la profondeur de 300 fathoms (550 mètres), et quand on la sortit de l'eau, il ne restait plus qu'une très-petite partie du col attachée à la corde, et l'aspect qu'elle présentait était vraiment intéressant : la bouteille

---

(1) Le *gill* est une petite mesure anglaise équivalente à un quart de pinte.

n'avait point été brisée par les pressions extérieures, mais bien évidemment par l'expansion de l'eau de mer condensée qui s'était frayé un passage à travers les toiles cachetées. On reconnut, à l'examen, que le bouchon de liége avait été comprimé de la moitié de sa longueur, en faisant des plis d'environ $\frac{1}{8}$ de pouce; et que les enveloppes, consistant en six morceaux de toile cirée, avaient été déchirées d'un même côté avant la rupture de la bouteille. On ne peut, ce me semble, expliquer l'effet produit sur le bouchon que d'une seule manière; en supposant que l'eau, divisée en particules très-petites, avait été forcée, par les pressions environnantes, de traverser les toiles et d'emplir la bouteille; l'eau ainsi introduite et comprimée à un haut degré, venant à se dilater à mesure que la pression se trouvait diminuée par l'ascension du vase, aura pressé d'abord de bas en haut le bouchon dans le goulot, l'aura, par la résistance des scellemens, réduit à la moitié de sa hauteur, et aura finalement séparé le col du corps de la bouteille.

Expérience 4. On ferma de la manière suivante une bouteille à *porter,* la plus forte qu'on put se procurer: après avoir introduit à force dans son goulot un bouchon de liége à large tête, on le recouvrit de six morceaux de toile fine trempée dans une composition de cire et de goudron; on mit par-dessus une enveloppe de cuir, et le tout fut maintenu solidement dans cet état par une ficelle entourant le col. Cette bouteille fut plongée à 270 fathoms (490 mètres). A son retour, on la trouva parfaitement intacte, ainsi que les scellemens du col; mais elle était remplie d'eau en dedans jusqu'à un pouce du bouchon. On enleva, l'un après l'autre avec précaution, tous les

morceaux de toile du goulot, et on n'y remarqua aucune trace d'humidité. Si la bouteille fût demeurée à fond assez long-temps pour qu'elle se remplît en entier, nul doute qu'elle aurait été brisée par l'expansion de l'eau dans son ascension à la surface, comme nous l'avions précédemment éprouvé. Il est à remarquer que lorsqu'on versa l'eau de cette bouteille dans un gobelet, elle fit effervescence comme une eau gazeuse.

Expérience 5. Dans cette expérience, on plongea à 500 fatoms (915 mètres) deux fortes bouteilles; l'une, fermée avec un bouchon de verre et bien cachetée, fut mise dans un sac de toile forte : quand on la retira, on la trouva brisée en mille pièces. L'autre, qui avait été bien bouchée avec du liége, mais qui n'était pas restée assez long-temps, revint entière et remplie d'un pouce et demi d'eau. Le bouchon avait été enfoncé dedans et se trouvait encore en cet état; mais les cachets n'avaient point éprouvé de changement, excepté à la surface, qui était un peu concave.

Persuadé que le piézomètre construit sur le premier modèle n'indiquait pas toute la pression, je me déterminai à y apporter quelques modifications, ayant principalement pour objet d'éviter le frottement produit sur le plongeur par l'affaissement du cuir. La figure 10 représente le nouvel instrument que j'ai fait construire depuis mon arrivée; il servit à me convaincre de la vérité de mes soupçons, puisque, sous la même pression, il indique une compression à-peu-près double du premier.

Voici comment est construit le nouveau piezomètre dont on voit une section dans la fig. 10. C'est simplement un petit tube *A* fermé à l'extrémité *B*, et impénétrable à

l'eau ; on introduit ce liquide par l'extrémité supérieure *C* au moyen d'un petit orifice *E* fermé par une soupape très-sensible, ouvrant de dehors en dedans. Le tube est un peu aplati en *D*, afin de pouvoir supporter l'expansion de l'eau quand on le retire de la presse.

L'expérience fut faite dans la manufacture de M. Kier, en présence de plusieurs savans distingués. Le piézomètre étant parfaitement rempli d'eau (dont on connaissait exactement le poids), fut porté sous une presse hydraulique et soumis à une pression d'environ 326 atmosphères. Retiré et pesé, on trouva une augmentation de poids de 3 $\frac{1}{2}$ pour cent. On avait eu le soin de faire préalablement bouillir l'eau, et de la laisser refroidir jusqu'à 8°,9 centig., température qu'on avait maintenue constante pendant la durée de l'expérience.

Je m'occuperai de faire construire une machine qui écarte toute perte de pression provenant de la destruction des substances qui la composent. Cet instrument, construit avec des pistons métalliques flexibles, produira une bien plus haute pression que celle qu'on peut obtenir par la presse hydraulique, dont l'effet est limité par le genre de pistons qu'on emploie maintenant. Il est probable qu'on peut obtenir une pression de 2 ou 3000 atmosphères avant que le piston métallique soit détruit.

On a lieu d'espérer que cette machine sera assez délicate pour donner le rapport exact de la compressibilité de l'eau avec plus de précision qu'on ne l'a obtenu jusqu'à ce jour : les résultats de ces expériences seront l'objet d'une nouvelle communication.

(*Trans. philos.* 1820.)

Notice *historique sur M.* Petit, *lue à la Société Philomatique, par M.* Biot, *le* 15 *février* 1821.

Alexis-Thérèse Petit, membre de la Société Philomatique, professeur de physique à l'Ecole Polytechnique et au Collége royal de Bourbon, naquit à Vesoul, département de la Haute-Saône, le 2 octobre 1791. La brièveté de sa carrière, qui devait nous laisser sitôt le regret de le perdre, fut, pour ainsi dire, présagée par l'extrême précocité de son esprit et de ses succès. Les études commencèrent pour lui dès la première enfance; et il suivait déjà des cours publics à cet âge où l'attention tendre et légère des autres enfans se laisse à peine captiver par la constance exclusive des soins maternels. Elève de l'Ecole centrale de Besançon, et le plus jeune peut-être des élèves qui jamais y eussent étudié, il y reçut ces germes d'une instruction générale, et réellement appropriée à nos Sociétés actuelles, dont ces établissemens présentaient alors le modèle nouveau et imparfait sans doute, mais qui aurait pu être si aisément amélioré si on l'eût voulu, et qui aurait été la source de tant d'avantages certains pour notre patrie. Suivant l'usage de ces établissemens, Petit y suivit à-peu-près simultanément les cours de langue ancienne et ceux de mathématiques, dans lesquels il obtint surtout des succès constans, dus à une supériorité décidée. On assure qu'à dix ans et demi il avait déjà acquis toutes les connaissances nécessaires pour être admis à l'Ecole Polytechnique. Heureusement pour lui, on ne pouvait y être reçu avant seize ans. En attendant qu'il eût atteint cet âge, un de nos confrères, qui lui a été toute sa vie attaché, M. Hachette, l'appela à Paris, et lui procura le bonheur insigne d'être admis dans un établissement d'instruction qu'avaient fondé plusieurs professeurs de l'Ecole Polytechnique, et que M. Thurot dirigeait. A cette excellente école, il eut toute la facilité possible pour donner plus d'étendue et de solidité à ses études mathématiques et littéraires. Il le fit avec l'ardeur qui était dans sa nature, et avec assez de succès pour mériter qu'on lui confiât

les fonctions de répétiteur. Enfin, dès que le temps si désiré des seize ans fut arrivé, il se présenta aux examens de l'Ecole Polytechnique; et, comme on pouvait aisément s'y attendre, il fut admis le premier de toute la promotion. Après les deux années qu'embrasse le cours d'études de cette école, il en sortit avec plus de distinction encore; car on le mit tout-à-fait hors de ligne, et l'on donna le premier rang d'élève à celui qui s'était le plus distingué après lui. On s'empressa aussitot de l'attacher à l'enseignement de l'Ecole comme répétiteur d'analyse. L'année suivante, il fut nommé répétiteur de physique, et en même temps professeur de physique au Lycée Buonaparte, devenu depuis le Collége de Bourbon : Petit avait alors dix-neuf ans. En 1811, il fut reçu docteur ès sciences. Les membres de la Faculté devant lesquels il soutint sa thèse peuvent se rappeler combien il les étonna par le mérite toujours rare, mais singulièrement remarquable à cet âge, d'une élocution à la fois claire, élégante, précise, et aussi soutenue, aussi facile que l'aurait été la lecture d'un discours écrit. Ces qualités étaient sans doute en partie, chez Petit, le résultat de l'exercice presque continuel qu'il avait fait du professorat; mais elles étaient aussi évidemment l'effet d'une facilité naturelle dont il était tout le premier séduit; car, en l'observant avec soin, on voyait bien que, pour lui, savoir c'était savoir dire. Ce talent remarquable lui mérita d'être, à vingt-trois ans, nommé professeur-adjoint de physique à l'Ecole Polytechnique; et il devint professeur titulaire en 1815, à l'époque de la réorganisation de cet établissement. Le 21 février 1818, vous le nommâtes membre de la Société Philomatique; ce fut la première et, à ce que nous croyons, la seule des distinctions académiques que la brièveté de sa vie ait laissé le temps de lui donner.

Avec ce temps si court et les devoirs qu'il avait à remplir, on concevrait aisément qu'il eût fait, ou du moins publié, peu de travaux scientifiques : il en est cependant autrement; et plusieurs de ceux qu'il a faits seul, ou auxquels il a pris part, laisseront dans les sciences des traces durables. Un projet qui l'avait spécialement

occupé, et dans lequel, avec les connaissances de physique et d'analyse qu'il réunissait, il aurait certainement, s'il eût vécu, fait des recherches importantes, c'était la théorie des machines. Chargé de professer cette théorie à l'Ecole Polytechnique, il s'y était livré avec attrait; et il avait entrepris d'y appliquer ces résultats généraux de la mécanique auxquels l'usage a fait donner le nom de *principes*, quoiqu'ils ne soient que des déductions des principes véritables, c'est-à-dire, des conditions premières de l'équilibre et du mouvement. Les premiers essais de ce travail ont été publiés par Petit, en 1818, dans les *Annales de Chimie et de Physique*, sous le titre d'*Emploi du principe des forces vives dans le calcul des machines.* L'année 1814 du même Recueil renferme un travail d'un autre genre, auquel Petit a pris part, et qui lui est commun avec M. Arago: ce sont des recherches entreprises pour étudier les variations que le pouvoir réfringent d'une même substance éprouve dans les divers états d'agrégation qu'on peut lui donner par l'effet gradué de la chaleur. On sait que ce que l'on appelle *pouvoir réfringent* est l'expression même de la force avec laquelle une certaine masse de matière prise pour unité attire les molécules lumineuses dans le système de l'émission. Il semble donc, au premier aperçu, que cette force, ainsi évaluée, devrait être constante pour une même substance, quel que fût l'état d'agrégation auquel on l'amène, puisque son évaluation étant toujours réduite à une même masse, est rendue indépendante des changemens de la densité. Or, on avait déjà reconnu que cette constance n'a pas lieu pour le cas où des élémens chimiques viennent à former une combinaison nouvelle. Les auteurs du Mémoire annoncent s'être assurés qu'elle n'existe pas, même dans les cas où la substance observée, en conservant le même état de combinaison chimique, change seulement de mode d'agrégation par la chaleur. Ils ont trouvé généralement, par exemple, que le pouvoir réfringent des vapeurs est moindre que celui des liquides dont ils sont formés; et quoiqu'on puisse regretter qu'ils n'aient indiqué ni les nombres qu'ils ont obtenus, ni les procédés qu'ils ont employés pour les

obtenir, on ne peut douter de la réalité des résultats qu'ils attestent. Ils en concluent de deux choses l'une; ou que le système de l'émission auquel le calcul de l'attraction s'applique n'a point de réalité, ou qu'il faut supposer que la même masse n'exerce pas toujours la même attraction. Mais on peut dire que, dans le peu de connaissances que nous avons encore sur la constitution intime des corps naturels, il nous est impossible de savoir jusqu'à quel point les propriétés attractives des particules matérielles peuvent être modifiées par la présence des principes impondérables, tels que l'électricité et le calorique qui se trouvent disseminés entre elles; qu'on ignore même comment ces principes sont distribués entre les particules et retenus dans les corps en proportions si diverses; et enfin, s'ils ne contribuent pas eux-mêmes, par leur action propre, aux réfractions qu'éprouvent les rayons lumineux. Dans ces incertitudes, il y a peu de recherches expérimentales qui puissent promettre plus d'indications utiles que celles que nous venons d'analyser.

Petit prit encore part à deux autres suites importantes de recherches, qu'il fit avec notre confrère M. Dulong. La première, qui fut couronnée en 1818 par l'Académie des Sciences, et qui a été imprimée en entier dans le tome XI du *Journal de l'Ecole Polytechnique*, ainsi que dans les *Annales de Physique et de Chimie*, a pour objet la détermination de plusieurs élémens importans pour la théorie de la chaleur. On y trouve d'abord des résultats aussi nouveaux que précieux sur les dilatations des corps observées entre des limites très-étendues de température, et rapportées à la dilatation de l'air sec, laquelle, suivant les inductions les plus vraisemblables, paraît devoir être à très-peu près, sinon exactement, proportionnelle aux accroissemens des quantités de calorique, dans les limites de température où les observations sont renfermées. On voit, par ces observations, que les liquides et les corps solides même ont, relativement à l'air, une marche de dilatation croissante, et beaucoup plus rapidement croissante pour ce dernier genre de corps, pour les métaux, par exemple, qu'on n'aurait été porté à le croire, d'après

l'éloignement encore si considérable de leur terme de fusion. Heureusement, malgré cette variation, ou plutôt précisément à cause qu'elle a lieu dans les solides aussi-bien que dans les liquides, la dilatation du mercure dans le verre se rapproche beaucoup plus de celle de l'air; de sorte que le thermomètre à mercure doit ainsi, à l'assemblage des deux substances que sa construction exige, une marche beaucoup plus uniforme pour des accroissemens égaux de chaleur que chacune de ces substances ne l'offrirait séparément. MM. Petit et Dulong comparèrent aussi les capacités des corps solides pour le calorique à des températures très diverses, et ils trouvèrent qu'elles croissaient pareillement avec la température; résulat important et incontestable, mais qui exigeait, pour être reconnu, toute la précision des procédés qu'ils suivaient, et toute leur adresse et leur persévérance à les employer. Le reste du travail de MM. Petit et Dulong est consacré à l'étude des lois physiques suivant lesquelles s'opère le refroidissement des corps, soit dans l'air, soit dans le gaz. Newton, qui le premier appela et dirigea les vues des physiciens sur ce sujet comme sur tant d'autres, admit théoriquement pour principe qu'un corps échauffé, soumis à une cause constante de refroidissement, telle, par exemple, que l'action d'un courant d'air uniforme, doit perdre à chaque instant une quantité de chaleur proportionnelle à l'excès de sa température sur celle de l'air environnant; d'où il suit que ces pertes de chaleur doivent, pour des intervalles de temps égaux et successifs, former une progression géométrique décroissante. Cette supposition est la plus simple que l'on puisse faire, et elle est aussi la plus conforme aux idées assez incomplètes que l'on peut se former des propriétés de la chaleur, quand on la considère théoriquement et indépendamment de sa liaison physique avec les corps dont elle s'échappe: l'expérience a fait voir qu'elle est sensiblement exacte dans les limites de température les plus ordinaires aux expériences, c'est-à-dire, dans l'étendue de l'échelle thermométrique. Néanmoins, en l'éprouvant hors de ces limites, et dans ces limites mêmes, à l'aide de procédés d'observations plus précis, plusieurs physiciens, et en

particulier de La Roche, un des plus regrettés de nos confrères, avaient reconnu qu'elle s'écartait de la vérité, et d'autant plus que la température s'élevait davantage; de manière à devenir enfin inadmissible à de hautes températures, comme sont celles de la fusion ou de l'ignition de plusieurs métaux. MM. Petit et Dulong attaquèrent cette question capitale avec tout l'art, toute la sagacité et toute l'exactitude qu'il était possible d'y apporter. Ils examinèrent d'abord la marche du refroidissement dans le vide, lorsque le corps qui se refroidit est placé dans une enveloppe d'une température constante; puis, portant successivement cette température à des degrés divers, et observant toujours le refroidissement des corps pour des excès égaux de température, ils découvrirent l'effet que l'enveloppe exerce sur le progrès du refroidissement; et, en dépouillant les résultats de cette influence qui les complique, ils purent assigner la loi idéale que le refroidissement suivrait, ou du moins devrait suivre, si le corps refroidissant pouvait être placé dans un espace vide et indéfini. Ils trouvèrent qu'alors, en choisissant dans les époques du phénomène des températures décroissantes en progression arithmétique, les vitesses du refroidissement décroîtraient en progression géométrique; et qu'en outre, la raison de la progression géométrique serait la même pour tous les corps, quel que fût l'état de leurs surfaces; de sorte que cet état, dont l'effet est d'ailleurs si marqué dans les expériences, n'a d'influence que sur les quantités absolues de chaleur que les corps peuvent perdre dans un temps donné, et nullement sur les proportions de ces pertes à diverses températures. Maintenant, comme ces lois s'appliquent aussi aux enveloppes, si l'on recherche l'effet de celles-ci calculé pour les diverses époques, on aura la loi du refroidissement composé dû à leur présence et au rayonnement propre des corps, ce qui restitue au phénomène toute sa généralité. Ces lois une fois reconnues, MM. Petit et Dulong passèrent au cas plus compliqué du refroidissement dans les fluides élastiques; et en retranchant des effets observés ceux qui auraient dû avoir lieu par le seul rayonnement dans le vide en pareille circonstance, ils purent déterminer

l'influence propre du contact des gaz sur les corps qui s'y refroidissaient. Les résultats qu'ils ont ainsi obtenus découvrent le mode, non pas idéal ou hypothétique, mais réel et physique, du refroidissement des corps. Ils prouvent malheureusement que ce mode est incomparablement plus compliqué que ne le supposent les théories analytiques même les plus élevées et les plus savantes, puisque les équations différentielles dont ces théories font usage ne s'intègrent que dans la loi simple et calculable de refroidissement admise par Newton; mais outre que cette loi, et par suite les conséquences que le calcul en tire, sont sensiblement exactes dans les limites de température les plus usuelles, il faut se garder de méconnaître l'utilité propre et supérieure de ces théories en elles-mêmes pour enchaîner les uns aux autres, par des nœuds indissolubles, une multitude infinie de résultats physiques entre lesquels, sans leur secours, on ne soupçonnerait, ou du moins on ne pourrait assigner avec certitude aucun rapport, et sur lesquels leur lumière donne, ou des mesures, ou tout au moins des indications précieuses et fécondes, lorsqu'on ne les suit pas trop au-delà des limites où l'imperfection actuelle de l'analyse mathématique leur permet d'étendre leur pouvoir. Le travail dont je viens de rendre compte fut accueilli comme le méritait l'importance des recherches qui s'y trouvaient consignées. Mais, pour les esprits réellement pénétrés de l'amour des sciences, un succès n'est qu'un encouragement à faire plus encore. MM. Petit et Dulong donnèrent à la continuation de leurs recherches sur la chaleur les momens, trop courts et trop rares, que leur laissaient, à l'un et à l'autre, leurs fonctions dans l'enseignement. Un an après, le 12 avril 1819, ils présentèrent à l'Institut un Mémoire qui contenait assurément une des lois les plus remarquables que l'on ait jamais découvertes sur les chaleurs spécifiques des corps. On sait combien les valeurs de cet élément diffèrent pour les divers corps, sans que l'on eût pu jusqu'alors y reconnaître aucune relation apparente avec la nature chimique des particules dont ces corps sont composés. Maintenant MM. Dulong et Petit font voir que, pour ramener tous ces résul-

tats si divers à la loi la plus simple, et même à une égalité parfaite, il ne faut qu'en déduire la chaleur spécifique, non pas de la masse entière des corps, mais de leurs atomes, tels qu'on les calcule aujourd'hui d'après les rapports des poids suivant lesquels les diverses substances s'unissent entre elles. Or, en opérant ainsi, on trouve, comme MM. Dulong et Petit le font voir, que les atomes des corps simples ont tous une chaleur spécifique égale, quelle que soit la différence de leur nature chimique; et cette égalité est si exacte, qu'en déterminant le nombre qui exprime cette chaleur spécifique pour un seul corps simple, ou pour quelques-uns de ces corps, afin d'avoir une moyenne plus sûre, on peut ensuite en déduire numériquement les chaleurs spécifiques de tous les autres corps simples, d'après les seuls poids de leurs atomes, tels que les combinaisons chimiques les donnent; et les résultats ainsi obtenus ne diffèrent de l'observation que de quantités si petites, qu'il faut évidemment les attribuer, non pas à la loi même, mais aux légères incertitudes des données dont on fait usage. Ce travail, qui semble ouvrir une route pour reconnaître les conditions de l'existence du calorique dans les corps, sa liaison avec leurs particules, et peut-être sa nature même, est le dernier auquel Petit ait pris part.

Mais, avant d'avoir consumé cette courte durée de vie que la nature lui avait donnée, il avait été destiné à la voir un moment embellie par les jouissances d'une union douce et desirée, puis à payer cruellement ce bonheur après l'avoir à peine goûté quelques instans. Dans le mois de novembre 1814, je cite cette date précise, car, dans une si courte carrière, quelques jours de plus ou de moins de bonheur se comptent; il avait épousé une fille de M. Carrier, ingénieur des ponts et chaussées. Ce mariage l'avait rendu beau-frère de M. Arago, dont il était déjà l'ami, et qui était comme lui sorti de l'Ecole Polytechnique. Son sort désormais fixé d'une manière honorable dans le professorat, l'estime générale dont il jouissait, la réputation méritée de talent qu'il avait acquise et qui commençait à s'étendre, la conformité de goûts qu'il trouvait dans son beau-frère, la commu-

nauté de travail qui s'était établie entre lui et M. Dulong, enfin cette bienveillance générale qui s'attache presque toujours aux premiers succès d'un talent qui se développe, et qui lui couvre au moins de quelques fleurs les épines que l'envie fait croître lentement sur sa carrière, tout ce qui peut, en un mot, rendre heureuse une âme honnête, Petit le posséda pendant quelques jours; mais ce fut pour perdre tous ces biens avec la même rapidité qui semblait attachée à toutes les autres particularités de sa vie. Seize mois après son mariage, sa femme tomba malade, et elle mourut le 5 avril 1817. Petit n'en avait pas eu d'enfans. Il ne resta cependant pas seul; car, outre sa belle-sœur et son beau-frère, qui lui étaient tendrement attachés, il avait encore deux frères, dont il avait pris soin, et un père dont il faisait la gloire et la consolation. Néanmoins un coup si cruel et si imprévu le frappa fortement. Il accrut en lui cette espèce d'inactivité de corps, et quelquefois d'esprit, que l'on remarquait avec surprise dans un si jeune homme, et qui n'était peut-être qu'une sorte de lassitude, et comme une disposition prématurée à la vieillesse, résultante du développement trop hâtif que ses facultés morales avaient éprouvé. Avec tout l'extérieur d'une santé florissante, il fut bientôt attaqué d'une maladie de poitrine qui le consuma pendant deux ans, et dont les souffrances furent adoucies autant qu'elles pouvaient l'être, par les soins constans, assidus, éclairés d'un de nos confrères, M. Magendie, qui était à la fois son médecin et l'un de ses amis les plus dévoués. Malgré ses efforts, le terme inévitablement marqué par la maladie arriva, et le 21 juin 1820, à l'âge de vingt-neuf ans, Petit fut enlevé à l'amitié et aux sciences.

Les Elèves de l'Ecole Polytechnique, voulant donner un témoignage public de la profonde estime qu'ils avaient pour leur professeur, et de la douleur que leur causait sa perte, érigèrent sur sa tombe, au cimetière de l'Est, un petit monument avec cette inscription :

A PETIT, LES ÉLÈVES DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN. Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	MIDI. Barom, à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
1	744,84	+ 3,8	93	745,40	+ 9,0	82	745,83	+ 8,8	86	749,33	+ 5,2	91	+ 9,0	+ 2,3	Couvert, brouillard.	S. O.
2	757,54	+ 4,5	94	757,97	+ 8,8	88	757,27	+10,5	90	756,74	+ 8,8	95	+10,5	+ 0,9	Couvert, brouillard.	S.
3	756,10	+11,6	81	755,60	+13,2	68	754,36	+15,1	60	752,50	+10,4	91	+15,1	+ 9,0	Couv., léger brouil.	S. O.
4	752,85	+11,5	81	751,26	+13,2	60	750,82	+11,3	75	751,25	+ 8,7	90	+13,2	+ 8,5	Couvert par interval.	O. S. O.
5	752,63	+ 9,1	91	753,58	+10,6	82	754,30	+ 8,8	87	756,63	+ 3,5	82	+10,6	+ 2,8	Couvert, brouillard.	O. N. O.
6	755,50	+ 2,9	84	753,87	+ 5,5	83	751,31	+ 6,4	96	749,95	+ 8,5	96	+ 8,5	+ 1,8	Couvert, brouillard.	S.
7	750,48	+10,5	86	751,40	+11,8	76	751,22	+12,4	61	749,18	+ 9,2	85	+12,4	+ 9,2	Couvert.	O.
8	740,41	+ 9,4	92	744,00	+11,8	62	745,50	+12,1	53	747,30	+ 9,2	70	+12,1	+ 9,2	Très-nuageux.	O. N. O. fort.
9	751,78	+10,2	76	752,55	+13,2	59	752,15	+13,2	75	751,92	+12,2	95	+13,3	+ 8,4	Couvert.	O.
10	752,47	+13,4	85	751,68	+14,9	79	752,96	+13,4	84	755,00	+10,2	91	+14,9	+10,2	Couvert.	S. O. fort.
11	756,00	+11,0	92	755,95	+13,6	62	755,70	+13,8	50	757,60	+ 8,5	89	+13,8	+ 7,7	Couv., léger brouil.	O.
12	758,80	+11,0	74	758,80	+11,5	71	758,30	+12,0	54	759,34	+ 6,8	72	+12,3	+ 6,8	Pluie par intervalles.	O.
13	760,07	+ 8,0	72	759,40	+11,5	58	758,22	+12,8	49	757,68	+ 8,7	75	+12,8	+ 1,0	Nuageux.	N. N. O.
14	757,80	+ 8,2	82	758,25	+11,2	67	758,56	+ 8,2	75	762,60	+ 4,8	73	+11,3	+ 4,8	Couvert.	N.
15	756,95	+ 4,4	69	766,82	+ 7,8	53	765,84	+ 8,5	45	766,32	+ 5,5	53	+ 8,5	+ 1,2	Nuageux.	N. E.
16	765,22	+ 6,8	63	764,38	+10,0	45	762,30	+11,9	40	761,80	+ 6,8	60	+11,9	+ 1,0	Nuageux.	E.
17	759,18	+ 7,6	70	758,07	+13,2	59	756,10	+13,4	42	754,10	+ 9,4	80	+13,4	+ 1,5	Nuagenx et trouble.	S.
18	749,97	+ 6,2	85	749,90	+10,3	52	749,50	+ 8,0	63	747,65	+ 6,9	65	+10,0	+ 6,3	Nuageux.	O.
19	741,86	+ 7,5	80	741,20	+ 7,2	71	740,88	+ 3,3	90	751,03	+ 2,0	90	+ 7,5	+ 2,0	Couvert.	O.
20	743 64	+ 6,2	75	743,46	+ 8,0	59	742,72	+ 8,0	57	743,70	+ 4,6	81	+ 8,0	+ 3,2	Couvert.	O.
21	740,46	+ 7,5	80	739,28	+ 6,6	86	738,96	+ 4,4	94	740,93	+ 3,5	81	+ 7,5	+ 3,5	Pluie continuelle.	O. S. O.
22	746,40	+ 4,8	83	747,70	+ 6,2	64	748,40	+ 7,5	41	752,66	+ 3,4	80	+ 7,5	+ 1,0	Très-nuageux.	N. N. E.
23	758,66	+ 4,9	76	759,13	+ 6,1	55	759,00	+ 6,8	53	760,15	+ 4,1	71	+ 6,8	+ 0,1	Couvert.	N.
24	758 40	+ 6,5	73	756,62	+10,0	59	754,80	+ 9,8	45	751,92	+ 3,5	70	+10,0	— 0,9	Nuageux.	S. O.
25	745,98	+ 5,0	84	744,60	+ 4,2	81	743,93	+ 7,5	94	747,36	+ 6,4	92	+ 7,5	+ 3,6	Pluie fine.	S.
26	752,80	+ 8,2	73	751,93	+11,5	49	749,93	+10,2	43	747,08	+ 4,5	70	+11,5	+ 0,6	Nuageux.	S O.
27	745,13	+ 4,2	89	746,52	+10,2	50	747,17	+ 8,5	57	748,26	+ 2,8	91	+10,2	+ 2,8	Superbe.	O.
28	741,40	+ 7,8	70	739,60	+ [illegible],8	85	738,46	+ 8,1	86	738,25	+ 7,3	89	+ 8,1	+ 2,8	Pluie.	S. fort.
29	739,12	+ 9,5	70	740,97	+10,0	64	741,62	+11,1	52	745,60	+ 5,2	79	+11,1	+ 5,2	Couvert.	S. O.
30	751,05	+ 7,5	79	751,30	+11,2	52	751,18	+11,6	39	751,77	+ 6,0	67	+11,6	+ 3,2	Trouble et nuageux.	O. N. O.
31	748,60	+ 9,1	68	747,36	+10,9	50	746,46	+ 7,2	86	746,87	+ 4,9	98	+11,5	+ 3,0	Couvert.	S. O.
1	751,46	+ 8,7	86	751,83	+11,2	74	751,57	+11,2	77	751,98	+ 8,6	89	+12,0	+ 6,2	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	754,95	+ 7,7	76	755,62	+10,4	60	754,81	+10,2	56	756,18	+ 6,4	74	+10,9	+ 3,5	Moyenn. du 11 au 20	Terrasse, 6,939
3	748,00	+ 6,8	77	747,73	+ 8,6	63	747,27	+ 8,4	64	748,26	+ 4,7	81	+ 9,4	+ 2,3	Moyenn. du 21 au 31.	Cour, 7,928
	751,36	+ 7,7	80	751,59	+10,0	65	751,00	+ 9,8	66	752,01	+ 6,5	81	+10,7	+ 4,0	Moyennes du mois, + 7,3.	

Examen *chimique du Poivre* (Piper nigrum).

Par Mr J. Pelletier.

(Lu à l'Académie royale de Médecine.)

En lisant le 2me Numéro du *Journal de Physique* pour l'année 1820, je remarquai l'annonce d'un alcali végétal retiré du poivre par M. OErstaedt; les propriétés que le savant Danois attribuait à cet alcali piquèrent ma curiosité et m'engagèrent à en préparer. Un autre motif me portait aussi à entreprendre l'examen chimique du poivre. Dans ces derniers temps, M. Vauquelin avait publié une analyse du poivre cubèbe, et n'avait trouvé dans cette espèce aucune substance alcaline; il signalait, au contraire, comme devant être le principe actif de ce fruit, une huile volatile presque concrète, et une résine particulière analogue à celle du baume de Copahu. Or, bien que le poivre cubèbe ne soit pas le même que le poivre commun, il me semblait, sinon contraire à toute analogie, du moins bien étonnant, de trouver une composition si différente entre deux espèces du même genre, et par conséquent si rapprochées, et de tels résultats auraient singulièrement contrarié les idées que je m'étais faites sur les rapports de composition qui doivent exister dans les végétaux d'espèces voisines : il m'importait donc de tirer ce point à clair.

Avant de rapporter mes propres expériences, je dois faire connaître les résultats obtenus par M. OErstaedt, en citant la lettre que ce savant physicien a adressée à M. de Blainville, rédacteur du *Journal de Physique*.

« Je me suis occupé depuis quelque temps de re-
» cherches sur les nouveaux alcalis du règne végétal.
» J'en ai trouvé un dans le poivre. Cet alcali, que j'ap-
» pelle *piperine*, est presqu'insoluble dans l'eau froide
» et très-peu dans l'eau bouillante. L'alcool le dissout.
» La solution est faiblement jaune, tirant sur le vert.
» L'acide nitrique en rend la couleur plus forte et par-
» faitement verte. La piperine possède l'âcreté du poivre
» à un très-haut degré. Sa réaction sur les matières co-
» lorantes du règne végétal est assez sensible. Avec les
» acides sulfurique et acétique, cet alcali forme des sels
» presque insolubles. Son muriate est assez soluble. Je
» n'ai pas encore déterminé les quantités que l'eau et
» l'alcool peuvent dissoudre de ces sels. Je m'occupe
» d'examiner cet objet, ainsi que la capacité de satura-
» tion de la piperine. Les observations que j'ai déjà
» faites prouvent assez que cette capacité est très-faible,
» comme celle des autres alcalis de la même classe. Pour
» obtenir cet alcali, on extrait par de l'alcool la résine
» contenue dans le poivre. La solution qui en résulte
» contient la piperine. On ajoute de l'acide muriatique
» et puis de l'eau; la résine est précipitée par l'eau, le
» muriate de piperine reste en solution. On fait éva-
» porer l'alcool. Le liquide, filtré, contient le muriate
» de piperine, qu'on peut décomposer par la potasse
» pure, qui précipite la piperine. »

Telles sont les propres expressions de M. OErstaedt : on va voir combien mes résultats s'éloignent de ceux de ce chimiste.

Je traitai un kilogramme de poivre (*piper nigrum*) par suffisante quantité d'alcool; j'obtins une matière ré-

sineuse verdâtre, d'une saveur excessivement brûlante; je fis long-temps bouillir cette résine avec de l'eau fortement aiguisée d'acide hydro-chlorique et souvent renouvelée. La matière grasse ou résineuse ne perdit nullement de son âcreté; les liqueurs acides étaient, il est vrai, très-piquantes: cependant leur saveur n'approchait pas en intensité de celle de la matière résineuse. Comme, en examinant ces eaux, je remarquai des zones irisées qui indiquaient la présence d'une matière grasse, je les filtrai plusieurs fois en employant des filtres mouillés et saupoudrés de poussière de charbon purifié. Par ce moyen, je suis parvenu à avoir des liqueurs très-limpides et qui avaient perdu beaucoup de leur saveur.

Les mêmes liqueurs, soit avant soit après leur filtration, ne précipitaient nullement par la potasse; concentrées par évaporation, elles ne donnaient encore rien par l'addition des alcalis; évaporées à siccité, elles ne fournissaient qu'une petite quantité de matière extractiforme, altérée par un excès d'acide hydro-chlorique.

N'obtenant aucun des résultats annoncés par M. OErstaedt, j'ai fait, ainsi qu'il l'indique, une solution de la résine du poivre dans de l'alcool; j'ai ajouté de l'acide hydro-chlorique, puis de l'eau, pour précipiter la résine: la liqueur, filtrée et concentrée, ne m'a pas non plus fourni de matière alcaline, ni même de précipité par la potasse. Je ne sais à quoi attribuer la différence de mes résultats d'avec ceux annoncés par le savant physicien de Copenhague. Comme M. OErstaedt n'indique pas le nom botanique du poivre qu'il a examiné, ne pourrait-on pas supposer que c'est un poivre d'un autre genre? Quoi qu'il en soit, ayant commencé à m'occuper

du poivre commun (*piper nigrum*), j'ai cru devoir continuer mes recherches; un résultat singulier m'en faisait même une sorte d'obligation.

J'avais fait dissoudre dans de l'alcool la matière résineuse du poivre, préalablement traitée par l'acide hydrochlorique. Ayant abandonné plusieurs jours ces teintures à elles-mêmes, je ne fus pas peu surpris de trouver la liqueur comme prise en masse, et traversée par une multitude de petits cristaux. Ces cristaux, lavés avec de l'alcool froid ou mieux encore avec de l'éther sulfurique, se sont dépouillés d'une matière grasse qui les enveloppait, et se sont offerts translucides et cassans. Cependant ils étaient encore verdâtres, et paraissaient évidemment tenir interposée une substance hétérogène qui était semblable à la matière dont ils étaient d'abord enveloppés. Ils étaient beaucoup plus solubles à chaud qu'à froid dans l'alcool; la différence de solubilité à diverses températures était encore plus sensible avec l'éther. On a donc profité de cette propriété pour chercher à les purifier, et à les dépouiller de toute matière grasse. Avant de faire connaître la nature de ces cristaux, il faut répondre à une objection que nous avons été les premiers à nous faire : cette matière ayant été retirée de la résine du poivre, traitée par l'acide hydrochlorique, ne serait-elle pas due à une action particulière de cet acide sur la matière grasse ou résineuse du poivre, de même que l'acide hydro-chlorique produit avec l'huile de térébenthine la matière cristalline nommée *camphre artificiel*? Le fait n'était pas probable, puisque je n'avais jamais employé qu'un acide peu concentré. Cependant, pour lever toute difficulté, je cherchai à

obtenir la matière cristalline sans l'intervention de l'acide hydro-chlorique. Ici commence véritablement l'analyse du poivre : on verra que mes résultats ont beaucoup plus de rapports avec ceux obtenus par M. Vauquelin dans l'analyse du poivre cubèbe, qu'avec ceux que présente M. OErstaedt, bien qu'il semble avoir opéré sur le même fruit que moi.

J'ai commencé par épuiser le poivre avec de l'alcool; les teintures alcooliques ont été évaporées et ont fourni une matière grasse ou résineuse. Cette matière a été soumise à l'action de l'eau bouillante, renouvelée jusqu'à ce que l'eau sortît incolore. Les liqueurs aqueuses concentrées étaient sensiblement acides; traitées successivement par l'acétate et le sous-acétate de plomb, elles ont fourni deux précipités; le premier, décomposé par l'hydrogène sulfuré, a donné une liqueur aigrelette qui, concentrée, a présenté un liquide brunâtre très-acide, précipitant en blanc l'acétate de plomb, formant un louche léger dans l'eau de chaux, donnant avec la baryte un précipité blanc soluble dans l'acide nitrique, ayant enfin tous les caractères qu'on signale dans l'acide malique : c'est ce même acide que M. Vauquelin a trouvé dans le poivre cubèbe. Nous pensons cependant que la liqueur acide contenait un peu d'acide tartrique; car l'ayant saturée avec de la potasse, et ayant versé dans la liqueur quelques gouttes d'acide acétique, il s'est formé, au bout de quelques jours, un léger précipité grenu, dur et cristallin, qui n'était autre qu'un peu de crême de tartre.

Le second précipité dont nous avons parlé, celui obtenu par le sous-acétate de plomb, traité également par

l'hydrogène sulfuré, a fourni une matière encore acide, mais beaucoup plus foncée en couleur; son odeur était particulière. Cette substance est précipitée en blanc sale par l'infusion de noix de galle. Elle nous a paru très-analogue à la matière que M. Vauquelin a retirée, par un procédé semblable, du poivre cubèbe, et qu'il compare au principe particulier qui se trouve dans les légumineuses. Revenons maintenant à la matière grasse ou résineuse du poivre, purifiée par le lavage. Cette matière, d'un vert assez beau, brunissait fortement à l'air; quoique insoluble, elle avait une saveur chaude et même brûlante; elle se dissolvait très-bien dans l'alcool; elle se dissolvait aussi dans l'éther sulfurique, mais avec beaucoup moins de facilité : traitée par l'acide sulfurique concentré, elle prenait une très-belle couleur rouge écarlate; phénomène semblable à celui que présente la résine de cubèbe, et qu'avait observé M. Vauquelin : cependant nous avons remarqué que la nuance de teinte était différente : celle de la résine du poivre est d'un rouge tirant sur l'écarlate; celle de la résine de cubèbe est plus carminée.

Quoi qu'il en soit, une dissolution de cette matière grasse, faite à chaud dans de l'alcool, a été abandonnée plusieurs jours à elle-même; par ce repos, elle a fourni une multitude de cristaux semblables à ceux que nous avions déjà obtenus avec la résine préalablement traitée par l'acide hydro-chlorique. Ces cristaux ont été aussi purifiés par les moyens que nous avons déjà indiqués, c'est à-dire, par des dissolutions dans l'alcool et l'éther et par des cristallisations réitérées. Les *eaux-mères* alcooliques ont été abandonnées à elles-

mêmes, et ont fourni de nouveaux cristaux; cessant d'en donner, elles ont été mises à part pour être examinées ultérieurement. Quant à la matière cristalline, nous remarquerons d'abord que la saveur poivrée qu'elle a dans un très-haut degré lorsqu'elle est encore impure, va en s'affaiblissant à mesure que les cristaux deviennent moins colorés; de sorte que les cristaux les plus blancs n'ont presque plus de goût, tandis que la saveur semble se concentrer, et prendre une intensité toujours plus grande dans la matière grasse à mesure que celle-ci se dépouille de matière cristalline. Nous remarquerons aussi que la matière cristalline plongée dans l'acide sulfurique concentré, prend une couleur d'autant plus belle et plus intense qu'elle est elle-même plus pure; un cristal très-blanc de cette substance, mis dans de l'acide sulfurique, est devenu rouge de rubis. Quant à la matière grasse verte, elle rougit aussi par l'acide sulfurique. Mais a-t-elle cette propriété par elle-même? Nous croyons plutôt qu'elle la tient d'une certaine quantité de matière cristalline qu'elle nous paraît toujours retenir.

Nous examinerons ces deux matières dans des articles particuliers, afin de ne pas interrompre l'exposé de notre analyse, exposé que d'ailleurs nous allons finir de présenter en peu de mots.

Nous avons repris le poivre épuisé par l'alcool, et nous l'avons traité par de l'eau froide, mise à plusieurs reprises sur le dernier résidu. L'eau, par l'évaporation, a donné une matière extractive qui se dissolvait en partie dans l'alcool. La portion non soluble dans l'alcool se redissolvait très-bien dans l'eau, qu'elle rendait mous-

seuse et mucilagineuse ; la matière dissoute avait d'ailleurs toutes les propriétés du mucilage. Quant à la substance que l'alcool avait redissoute, elle était identique avec la matière que l'eau avait enlevée à la substance résineuse ; elle contenait aussi un peu d'huile verte et piquante.

La partie du poivre insoluble dans l'eau froide, traitée par l'eau bouillante, a fourni un *empois d'amidon* très-épais. Après quelques traitemens, il ne restait plus qu'une matière fibreuse ou parenchymateuse mêlée de pellicules qu'on reconnaissait pour des enveloppes du poivre. Ce résidu a été soumis à l'action de l'acide hydro-chlorique étendu d'eau ; après ce traitement, il n'a plus offert qu'une matière ligneuse. La liqueur acide, évaporée, a donné quelques pellicules d'une matière végétale évidemment altérée, ayant toutefois l'apparence et quelques caractères de la bassorine soumise au même traitement.

Du poivre incinéré nous a fourni des cendres assez abondantes, et formées de muriate et de phosphate de potasse, de phosphate de chaux et de magnésie.

De la Matière cristalline du Poivre.

La matière cristalline du poivre se présente sous forme de prismes à quatre pans, dont deux parallèles sont sensiblement plus larges ; le prisme est terminé par une face inclinée. Ces cristaux sont transparens et sans couleur, lorsqu'on a multiplié les dissolutions et les cristallisations de la substance qui les forme : dans cet état, ils n'ont presque pas de saveur, et il est probable

qu'ils n'en auraient aucune s'il n'était pas comme impossible de les dépouiller des dernières traces de matière huileuse.

Cette substance est totalement insoluble dans l'eau froide; l'eau bouillante en dissout une petite quantité qui se sépare au moment du refroidissement. Elle est très-soluble dans l'alcool, moins soluble dans l'éther, plus soluble à chaud qu'à froid dans ces deux liqueurs; l'éther froid n'en dissout guère plus d'un centième de son poids; l'acide acétique la dissout aussi fort bien, et par l'évaporation de l'acide, elle cristallise en barbes de plume. L'eau précipite cette substance de ses dissolutions alcooliques et acétiques.

Les acides sulfurique, nitrique et hydro-chlorique étendus n'ont pas d'action sensible sur la matière cristalline du poivre, et ne paraissent pas sensiblement augmenter sa solubilité dans l'eau. Ces acides, concentrés, réagissent au contraire sur cette substance, et l'altèrent dans ses élémens.

L'acide sulfurique concentré lui fait prendre une couleur rouge de sang. La couleur disparaît lorsqu'on vient à ajouter de l'eau, et la substance ne paraît pas sensiblement altérée si l'acide sulfurique n'est pas resté trop long-temps en contact avec elle.

Le même phénomène a lieu avec la matière résineuse du poivre, c'est-à-dire, avec le mélange de la matière cristalline et de l'huile verte; mais comme il est d'autant plus marqué que la matière cristalline est plus pure, c'est à elle qu'on doit l'attribuer.

L'acide hydro-chlorique concentré semble agir sur la matière cristalline du poivre à-peu-près comme l'acide

sulfurique : cependant, au lieu de déterminer une couleur rouge, il produit une couleur jaune très-intense.

Traitée par l'acide nitrique, elle prend une couleur d'abord jaune-verdâtre, puis orangée, enfin rouge; elle se dissout même dans l'acide s'il est employé en assez grande quantité : les derniers résultats de l'action de l'acide nitrique sur cette matière sont de l'acide oxalique et de la matière jaune amère.

La matière cristalline du poivre, exposée à l'action de la chaleur, se fond à une température à-peu-près égale à celle de l'eau bouillante : distillée à feu nu, elle produit de l'eau, de l'acide acétique, de l'huile et du gaz hydrogène carboné, sans odeur d'ammoniaque. Le deutoxide de cuivre la convertit en acide carbonique et en eau sans dégagement d'azote.

La matière cristalline du poivre commun existe-t-elle dans d'autres espèces du même genre? Nous ne pouvons répondre à cette question, n'ayant pas eu le temps d'examiner d'autres espèces. Il est du moins plus que probable qu'elle peut être fortement modifiée dans quelques espèces, et perdre la propriété cristalline; car M. Vauquelin n'a obtenu aucune substance cristalline de la résine de cubèbe; résultats que confirment de nouvelles expériences : cependant, à cela près de la cristallisation, il y a beaucoup d'analogie entre la résine du poivre, que M. Vauquelin compare au baume de Copahu, et la substance cristalline que nous avons trouvée : la manière dont ces matières se comportent avec les agens chimiques autorise ce rapprochement.

Revenons à notre matière cristalline pour la compa-

rer aux divers principes immédiats déjà connus. Nous avouerons ici que nous ne savons pas auquel nous devons la rapporter ; elle se rapproche plus de la *résine* que de toute autre substance : cependant, à mesure que nos cristaux sont plus purs, ils semblent s'éloigner de ce principe (1) ; nous avons même fait, à ce sujet, quelques observations comparatives qui peuvent avoir quelque intérêt, même pour l'histoire des résines elles-mêmes. Nous avons pris pour points de comparaison deux substances résineuses : la sandaraque, résine très-sèche, bien cassante, dépouillée d'huile volatile, et qui nous semblait devoir se rapprocher plus que toute autre de notre matière. Nous avons pris aussi, non du baume de Copahu, mais cette matière résineuse cristallisée que nous avons trouvée dans un ancien baume de Copahu, et que nous avons décrite dans le *Journal de Pharmacie*.

La résine de sandaraque, dissoute à chaud dans l'alcool, n'a pas cristallisé par le refroidissement ; il en a été de même de la résine de Copahu : celle-ci était bien primitivement cristallisée, mais en prismes hexaèdres, et non en prismes quadrilatères, comme la matière du poivre.

La résine s'est dissoute à froid dans l'éther en toute proportion ; les dissolutions résineuses dans l'éther, abandonnées à elles-mêmes, ne donnent jamais de cristaux et se dessèchent en formant un vernis.

La résine se dissout avec peine et en petite quantité

---

(1) M. Chevreul ne considère pas la *résine* comme un principe immédiat des végétaux ; nous sommes portés à partager son opinion.

dans l'essence de térébenthine. Nous avons eu d'ailleurs souvent occasion de remarquer qu'après avoir séparé d'une huile essentielle une matière résineuse, il était difficile de redissoudre cette matière dans l'huile qui la contenait primitivement. Les résines dissoutes dans les huiles volatiles ne cristallisent pas par l'évaporation spontanée du dissolvant : la matière cristalline du poivre, dissoute dans une huile volatile, cristallise par évaporation spontanée de l'huile volatile.

Nous n'insisterons pas sur l'action comparée que l'acide sulfurique exerce sur notre matière et les résines, parce que plusieurs substances résineuses présentent avec cet acide des phénomènes de coloration assez analogues : cependant les résines sont beaucoup plus fortement et promptement charbonnées par cet acide, et les couleurs produites sont moins belles, même avec le baume de Copahu, comme l'a fait voir M. Vauquelin ; mais les huiles volatiles prennent souvent des couleurs aussi intenses, ainsi que l'a fait remarquer M. Gautier de Claubry dans une note où il parle de l'action de l'acide sulfurique sur les huiles. La manière d'agir de l'acide nitrique est plus importante à examiner. Notre matière se dissout assez facilement dans l'acide nitrique, et produit de l'acide oxalique : or, l'on sait que les résines ne se dissolvent que très-difficilement dans cet acide ; qu'alors elles donnent de la matière tannante, et jamais d'acide oxalique. Il n'est que deux ou trois exceptions à cette règle : encore est-il douteux que les substances qui présentent cette anomalie soient de véritables résines.

Mais si la matière cristalline du poivre, qu'on ne peut comparer qu'aux matières résineuses, n'est pas une ré-

sine proprement dite; si sa manière de se comporter avec les divers agens chimiques est toute spéciale, cette matière est donc particulière; et si c'est véritablement le poivre noir que M. OErstaedt a analysé, il est probable que c'est cette matière qu'il a nommée *piperine*. Nous ne savons, il est vrai, par quelle illusion il lui attribue l'alcalinité et la saveur dont il l'a douée. Quoi qu'il en soit, nous ne pouvons voir d'inconvénient à adopter le nom qu'il lui a donné. Cependant, comme la terminaison de son nom tendrait par l'analogie à perpétuer l'erreur dans laquelle M. OErstaedt est tombé concernant sa nature, nous proposerions de le modifier, et notre substance serait alors le piperin.

De la matière grasse du poivre.

La matière grasse du poivre dépouillée autant que possible de matière cristalline, en retient cependant toujours une certaine quantité qui doit influer sur ses propriétés. Il faut donc, en décrivant cette matière, démêler cette influence et faire abstraction des propriétés qui peuvent être communiquées par la matière cristalline.

La matière grasse du poivre se solidifie à une température voisine de zéro; elle se liquéfie, au contraire, à une douce chaleur; sa saveur est extrêmement âcre et piquante; elle diffère de celle de la matière grasse du cubèbe, qui est plus aromatique et moins âcre. L'huile du poivre est très-peu volatile; elle tend même à se décomposer plutôt que de passer à la distillation; les parties huileuses qu'on obtient par distillation sont bien loin d'avoir l'âcreté et le piquant de l'huile non distillée

et même du résidu de la distillation, si la chaleur n'a pas été poussée au point de tout décomposer. La partie distillée est, au contraire, plus sensiblement balsamique. Si elle n'est pas mêlée d'huile empyreumatique, l'eau distillée du poivre est également plutôt balsamique que poivrée.

La matière grasse du poivre se dissout très-bien dans l'éther et l'alcool; elle s'unit seulement à tous les corps gras. Enfin, si on excepte la saveur chaude et piquante, elle ne diffère pas des autres matières grasses. Si on considère la manière dont elle se comporte à la distillation, on pourra la regarder comme formée de deux huiles, l'une plus volatile, balsamique, l'autre plus fixe et dans laquelle réside l'âcreté du poivre.

Conclusion.

Il suit de cette analyse, 1° que le poivre commun est composé :

D'une matière cristalline particulière (piperin);

D'une huile concrète très-âcre;

D'une huile volatile balsamique;

D'une matière gommeuse colorée;

D'un principe extractif analogue à celui des légumineuses;

D'acide malique et d'acide tartrique;

D'amidon;

De bassorine;

De ligneux;

De sels terreux et alcalins en petites quantités.

2°. Qu'il n'existe pas d'alcali organique dans le poivre, malgré l'assertion de M. OErstaedt;

3°. Que la substance cristalline du poivre est de nature particulière ;

4°. Que le poivre doit sa saveur à une huile peu volatile ;

5°. Enfin, qu'il y a des rapports entre la composition du poivre commun et celle du poivre cubèbe analysé par M. Vauquelin, et que les différences de composition qu'on remarque entre ces deux fruits peuvent s'expliquer par la seule différence des espèces ; ce que l'on ne pourrait faire si, seulement, une de ces deux substances contenait un alcali organique.

LETTRE *de M. le Général* Saint-Cyr-Nugues *aux Rédacteurs des* Annales de Chimie et de Physique, *sur l'extraction de la gélatine des os.*

« MESSIEURS,

» Je viens de lire dans le Cahier de janvier 1821 des *Annales de Chimie et de Physique,* tome XVI, page 68, une lettre de M. d'Arcet relative à un article qu'il m'attribue, imprimé en mars 1815 dans le *Journal de Médecine militaire.* La lettre dit qu'à cette époque, *je réclamai, en faveur de M. Gimbernat, l'honneur d'avoir le premier pensé à employer à la nourriture de l'homme la gélatine extraite des os au moyen des acides* ; que M. d'Arcet, peu après, publia une réponse dans le même *Journal de Médecine militaire, sans que M. Gimbernat ou moi ayons fait d'objections* ; que depuis, en Angleterre,

M. John Murray, dans le Cahier de décembre 1820 du *Journal de Thomson*, a fait une réclamation en faveur de M. Gimbernat, et que *cette nouvelle attaque décide* M. d'Arcet à en appeler au public. Le reste de la lettre a pour objet d'établir que M. d'Arcet s'étant occupé en 1811, 1812 et 1813, du procédé que M. Gimbernat a employé à Strasbourg, en 1814, on peut supposer que ce dernier en a eu connaissance; car *il n'y a point eu de réclamation signée de lui, mais bien de moi et de M. John Murray.*

» L'article du *Journal anglais de Thomson* a en effet la forme d'une réclamation contre M. d'Arcet, ou plutôt d'une attaque contre les Français. Il est fondé uniquement sur une conversation de M. Gimbernat que M. John Murray rapporte, sans en citer la date, qui, dans cette occasion, n'eût pas été un éclaircissement inutile, et en y mêlant quelques exagérations ou inexactitudes qu'on pourrait relever. Je ne doute pas que cet article ne soit susceptible de réplique et de controverse; mais ce soin ne me regarde pas. Je desire seulement expliquer à M. d'Arcet que ses griefs contre moi sont tout-à-fait sans fondement. Voici, pour ce qui me concerne, comment les choses se sont passées.

» Au mois de janvier 1815, j'étais, à Strasbourg, chef d'état-major de M. le maréchal Suchet, duc d'Albuféra, et j'y fis la connaissance de M. Gimbernat, homme aussi instruit qu'aimable. Il me montra une Notice de lui, sur l'extraction de la gélatine des os, par le moyen des acides, et sur l'usage qu'il en avait fait, l'année précédente, de concert avec les autorités, pendant le siége, ou, pour parler plus juste, pendant le blocus de Stras-

bourg. Je la lus avec intérêt, principalement sous le rapport des avantages qu'on pouvait en retirer pour l'approvisionnement des places, des hôpitaux, des vaisseaux, etc. J'en adressai un exemplaire à un de mes amis à Paris, qui était, par sa place et par ses connaissances, à portée d'apprécier l'utilité d'une telle découverte. Depuis lors j'avais entièrement perdu ces circonstances de vue. La lettre de M. d'Arcet, en date du 25 février dernier, m'ayant fait prendre des informations, j'apprends aujourd'hui seulement que cet ami fit imprimer la Notice, avec un avis indiquant que c'était moi qui l'avais communiquée de Strasbourg; mais elle ne porte point ma signature, comme il est facile de s'en convaincre dans le *Journal de Médecine militaire*, tome 1er, page 141.

» Il était, en effet, impossible que je misse mon nom à un écrit qui n'était pas de moi, et j'étais également étranger à la rédaction et à la publication de celui-là. Je n'ai ni le droit d'avoir une opinion en pareilles matières, ni l'intention de prendre parti dans une querelle entre des savans. Les assertions de M. d'Arcet me paraissent frappantes; je ne prétends point les nier ou les révoquer en doute. D'un autre côté, persuadé de la bonne foi et des lumières de M. Gimbernat (qui est aujourd'hui éloigné de France), j'attendrai qu'il s'explique sur ce qui est relatif au mérite, soit de l'invention, soit de son application à la nourriture de l'homme. Je m'abstiens d'un examen qui n'est pas de ma compétence :

Non nostrum inter vos tantas componere lites;

et je me borne à présenter à M. d'Arcet une observation.

En parlant de M. Gimbernat, il manifeste la volonté de ne point *manquer envers lui aux égards qu'on se doit entre hommes*; mais on peut présumer qu'au fond il n'a songé qu'aux égards qu'on se doit entre savans; car, comme je n'en ai point à réclamer de lui à ce dernier titre, il a envers moi moins de réserve. Il dit que j'ai *signé des réclamations et fait des attaques*; ce qui n'est pas exact, comme je viens de le prouver; et il ajoute *qu'en cela je pourrais bien avoir agi sans le consentement de M. Gimbernat*; ce qui est une supposition gratuite, dont je crois avoir à me plaindre: M. Gimbernat le sait bien, et là-dessus je m'en rapporte à sa mémoire. J'ai cru, Messieurs, devoir ces éclaircissemens à M. d'Arcet et à vos lecteurs, et pour cela je vous prie de vouloir bien insérer ma lettre dans le premier N° des *Annales de Chimie et de Physique*.

» J'ai l'honneur d'être, etc. »

Paris, le 30 mars 1821.

Note de M. d'Arcet.

« La réclamation de M. le baron Saint-Cyr-Nugues est fondée: en lisant la Note imprimée dans le *Journal de Médecine militaire*, tome 1er, page 141, j'ai en effet vu que cette Note n'était point signée. Elle a pour titre: *Notice sur un nouveau procédé employé pour extraire la gélatine des Os.*

Et on lit au-dessous:

« Article communiqué par M. le maréchal-de-camp,
» baron Saint-Cyr-Nugues, chef d'état-major du gou-
» vernement de Strasbourg. »

» D'après cette rédaction, et d'après l'usage que l'on a de ne pas imprimer dans les journaux de sciences les signatures au bas des articles communiqués, et même souvent au bas des lettres écrites aux rédacteurs, j'avais pensé que cet article était rédigé par M. le baron Saint-Cyr-Nugues, ou extrait d'une de ses lettres. J'étais si fortement persuadé de cela, qu'il m'a fallu lire les détails contenus dans la lettre qui précède pour me détromper. En effet, ç'eût été un grand avantage pour moi de n'avoir à combattre que des prétentions élevées par un anonyme en faveur de M. de Gimbernat. Il fallait donc, pour prendre un autre parti, que je fusse bien convaincu de la nécessité de le faire. Au reste, il est certain que, M. le baron Saint-Cyr-Nugues n'étant pas auteur de l'article dont il est question, j'ai eu tort de le lui attribuer. Je rectifie ici avec empressement l'erreur dont il se plaint; je suis persuadé qu'il appréciera mes véritables sentimens, en voyant avec quelle franchise et quelle loyauté je cherche à réparer le tort involontaire que j'ai eu envers lui.

» d'Arcet. »

Le 15 avril 1821.

Analyse *du Sous-Sulfate d'alumine et de potasse, ou alun saturé de sa terre.*

Par M. Anatole-Riffault.

On sait que l'alun est susceptible de s'unir avec une quantité additionnelle d'alumine, en donnant lieu à un composé insoluble dans l'eau, nommé par les anciens chimistes *alun saturé de sa terre* et *alun aluminé*. M. Vau-

quelin (1), qui a constaté l'existence de ce produit et indiqué les moyens de l'obtenir, a reconnu synthétiquement qu'il ne pouvait exister indépendamment d'une base alcaline; qu'ainsi, lorsqu'on fait bouillir du sulfate acide d'alumine sur cette terre très-divisée, il s'en dissout une petite quantité, sans qu'il se forme aucun précipité; mais il se manifeste dès l'instant qu'on ajoute à la liqueur quelques gouttes de sulfate de potasse. L'examen de cette substance n'étant que secondairement lié au travail de M. Vauquelin, il ne s'est point occupé de la détermination précise de ses élémens : c'est ce but que je me suis proposé d'atteindre, pensant qu'elle pourrait ajouter quelque chose à l'histoire d'un sel aussi intéressant que l'alun.

Je me suis d'abord procuré une certaine quantité d'*alun aluminé*, en tenant une dissolution d'alun ordinaire pur à l'état d'ébullition, et y versant de la potasse jusqu'à presque neutralisation; le précipité fut mis dans une cloche, et lavé à grande eau, jusqu'à ce que les derniers lavages eussent cessé de troubler la dissolution de baryte; à cette époque, il fut jeté dans une capsule et séché à une chaleur inférieure à 100°.

10,371 de sel ainsi préparé furent introduits dans un matras, et on les fit macérer avec un excès d'acide hydrochlorique favorisé d'une légère chaleur. Au bout de quelque temps la dissolution fut complète. On précipita alors par le chlorure de barium, et on obtint un dépôt de sulfate de baryte qui, convenablement lavé et séché, pesait 10,866, et contenait 3,735 d'acide sulfurique ou 36,015

---

(1) *Annales de Chimie*, t. XXII, p. 275.

pour cent. Par une seconde opération, on trouva 36,379 d'acide, ce qui donne pour terme moyen 36,187.

Une nouvelle quantité de 10^{g},000 d'alun aluminé a été pareillement dissoute par l'acide hydro-chlorique, et l'alumine précipitée par l'ammoniaque en excès. Cette terre a été lavée jusqu'à ce que les dernières eaux ne continssent plus de trace d'acide hydro-chlorique, puis elle fut mise dans une capsule de platine, desséchée avec précaution, et enfin chauffée au rouge vif. Elle pesait, après refroidissement, 3^{g},523 ou 35,230 pour cent. On obtint, par un second essai, 35,101 : ainsi la moyenne porte à 35,165 l'alumine contenue dans 100 parties de sel.

Toutes les eaux qui avaient servi à laver l'alumine furent successivement évaporées. Le résidu introduit dans un creuset de platine fut traité par l'acide sulfurique et chauffé à une bonne chaleur rouge pendant environ une demi-heure, de manière à expulser les sels ammoniacaux et tout excès d'acide. Il resta au fond du creuset un petit culot de sulfate de potasse pur et bien neutre, pesant 2,001, ce qui représente 1,0824 de potasse, et par conséquent 10,824 pour cent.

Quant à l'eau contenue dans le sel, on n'a d'autre manière de l'évaluer qu'en soustrayant de 100 parties la somme des élémens déjà trouvés, parce qu'elle est fortement adhérente au sel, et qu'on n'est pas sûr de ne pas lui faire éprouver un commencement de décomposition en l'exposant à une chaleur qui la dégagerait en entier. Toutefois, en chauffant modérément le sel, j'ai obtenu une perte qui s'est élevée à 14,900 pour cent.

Nous trouvons donc, d'après cette analyse, dans 100 p. d'*alun aluminé* :

Acide sulfurique,	36,187;
Alumine,	35,165;
Potasse,	10,824;
Eau,	17,824.
	100,000.

Et par conséquent, ce sel est formé de

Sulfate de potasse,	20,019;
Sous-sulfate d'alumine,	52,157;
Eau,	17,824.
	100,000.

Dans le sous-sulfate d'alumine dont il est ici question, 26,992 d'acide se trouvent unis à 35,165 d'alumine; ce qui est presque rigoureusement dans le rapport de 1 atome d'acide pour 3 de base. C'est cette combinaison que M. Berzelius a désignée, dans ses tables d'équivalens chimiques, par le nom de *sulphas trialuminicus*; on la trouve dans la nature à l'état de pureté, et elle constitue la substance que les minéralogistes ont appelée *aluminite*, et dont M. Strommeyer a donné une analyse (1).

Si nous cherchons maintenant à établir théoriquement la composition de l'alun aluminé, nous verrons que l'analyse précédente indique :

4 atomes d'acide sulfurique,	200,46	36,108;
1 atome de potasse,	58,99	10,626;
9 atomes d'alumine,	194,49	35,036;
9 atomes d'eau,	101,18	18,230.
	555,12	100,000.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. VII, p. 10.

La véritable composition du sel sera donc représentée par

1 atome de sulfate de potasse,	109,10	19,654;
3 at. de sous-sulfate d'alumine,	344,84	52,116;
9 atomes d'eau,	101,18	18,230.
	555,12	100,000.

Pour vérifier ces proportions, j'ai essayé de faire un sulfate d'alumine et d'ammoniaque saturé d'alumine, en versant peu à peu de l'ammoniaque dans une dissolution bouillante d'alun à base d'ammoniaque. Le précipité, bien lavé et séché, a été analysé en en dissolvant une partie dans l'acide hydro-chlorique, et précipitant par le chlorure de barium pour connaître l'acide sulfurique; l'alumine était obtenue directement en chauffant le sel au rouge dans un creuset de platine. De cette manière on a trouvé dans 100 parties 38,248 d'acide sulfurique et 37,851 d'alumine : ce qui est bien d'accord avec les proportions que nous avons indiquées, puisqu'en calculant les élémens du sel dans l'hypothèse d'une composition analogue, on trouve :

Acide sulfurique,	4 atomes,	200,46	38,724;
Alumine,	9 atomes,	194,49	37,572;
Ammoniaque,	1 atome,	21,55	4,164;
Eau,	9 atomes,	101,18	19,540.
		517,69	100,000.

Le sous-sulfate d'alumine et de potasse se rencontre abondamment dans la nature, tantôt mêlé avec de la silice, tantôt à l'état de pureté. M. Cordier a donné (*An-*

nales des Mines) une analyse de ce minéral, qu'il a trouvé cristallisé; il le regarde comme composé de :

Acide sulfurique,	35,495 ;
Alumine,	39,654 ;
Potasse,	10,021 ;
Eau,	14,830.
	100,000.

Ces nombres, comme on voit, se rapprochent assez des nôtres : cependant la quantité d'alumine est beaucoup plus forte, elle est même telle qu'en faisant la part de la potasse, l'acide restant se trouve en excès par rapport à l'alumine, puisqu'il faudrait que 3 atomes d'acide sulfurique fussent unis à 11 atomes de cette base. On a alors été obligé de supposer que le minéral consistait en alun tout formé, uni à de l'hydrate d'alumine. Cependant il aurait peut-être été plus conforme à la théorie d'y admettre 12 atomes d'alumine, et de le considérer comme formé d'un atome de sulfate de potasse et de 3 atomes de sous-quadro-sulfate d'alumine. On y serait d'autant plus porté qu'il existe déjà un minéral semblable, ne contenant que 2 atomes de sous-quadro-sulfate d'alumine avec un atome de sulfate de potasse : c'est l'alun de Montione analysé par M. Collet-Descotils, *Annales des Mines*, 1816, p. 374. Il est formé de :

		Théorie.		Analyse.
Acide sulfurique,	3 at.,	150,34	35,191	35,6;
Alumine,	8 at.,	172,88	40,470	40,0;
Potasse,	1 at.,	58,99	13,809	13,8;
Eau,	4 at.,	44,97	10,530	10,6.
		427,18	100,000	100,0.

Nota. On a pris pour base de ces calculs les nombres proportionnels adoptés par M. Gay-Lussac, savoir :

Oxigène,	10,000 ;	acide sulfurique,	50,116 ;
Eau,	11,243 ;	alumine,	21,611.

EXTRAIT *d'une Lettre de M.* d'Arcet, *adressée à M.* Hachette, *membre du Conseil d'Agriculture, sur l'Action des os employés comme engrais.*

Paris, 14 mars 1821.

. . . .

« On sait généralement que les os peuvent servir d'engrais ; mais je n'ai vu imprimé nulle part comment s'opère cette action : voici le résultat des observations que j'ai été à même de faire à ce sujet.

» J'ai vu souvent un tas considérable d'os exposés à l'air, dans le voisinage d'une fabrique de soude factice, se couvrir, toutes les fois que les vapeurs acides étaient portées de son côté, d'un nuage blanc très-épais, formé de sels ammoniacaux en vapeurs ou suspendus dans l'air. J'ai souvent essayé des os exposés à l'air, et je les ai toujours trouvés légèrement alcalins, et donnant, avec l'eau distillée, une eau de lavage contenant de la matière animale en dissolution.

» J'ai exposé des os sur un pré pendant un an ; ils étaient devenus blancs ; toute la graisse qu'ils contenaient s'était infiltrée de proche en proche, et avait été absorbée par le sol ou décomposée : ces os n'avaient perdu qu'environ 2 pour cent de gélatine.

» Je pense, d'après ce qui précède, que lorsqu'on emploie les os comme engrais, la graisse qu'ils contiennent, liquéfiée par la chaleur du soleil, est en partie absorbée par la terre; que les os, ainsi dégraissés mécaniquement, deviennent plus facilement attaquables par l'action combinée de l'air et de l'eau; que les réactions chimiques ont alors lieu; qu'une partie de la graisse et de la gélatine contenues dans les os se convertit en ammoniaque; que cette ammoniaque saponifie une autre portion de gélatine, la rend soluble dans l'eau de pluie, qui, entraînant cette espèce de savon, le répand sur la terre, où il agit comme engrais. Les mêmes causes ramènent les mêmes effets, tant qu'il reste de la graisse et de la gélatine dans les os. Mais cette action devient d'autant plus lente, qu'elle a lieu sur des os plus compacts, plus épais ou plus vieux : c'est parce que les os n'éprouvent ainsi qu'une décomposition presqu'insensible, et parce qu'ils contiennent, terme moyen, jusqu'à 40 pour cent de matière animale, qu'ils forment un engrais si durable, et dont les effets sont si sûrs et si constans. C'est probablement ainsi qu'agissent une foule d'autres engrais, tels que la corne, les poils, les vieux cuirs, les débris d'animaux, etc. J'ai mis, il y a huit mois, au pied d'un oranger, 200 grammes de corne en petits morceaux; je suivrai d'année en année l'altération de cette substance animale, et je verrai ainsi si l'idée émise plus haut est juste, et s'il faut la rectifier. »

OBSERVATIONS *sur la marche de la décomposition du sang abandonné à lui-même pendant cinq ans.*

PAR M. VAUQUELIN.

UN lavage de sang de bœuf coagulé, conservé pendant cinq ans, a présenté, à diverses époques de sa décomposition, les phénomènes suivans : 1° sa couleur rouge a passé au brun ; 2° la matière colorante s'est déposée au bout de plusieurs semaines ; 3° le liquide surnageant avait une couleur jaune-brunâtre. Au bout d'un an environ, il avait une couleur brune plus intense, une odeur très-fétide, dans laquelle on reconnaissait très-distinctement celle de l'acide hydro-sulfurique. En effet, il noircissait l'acétate de plomb, et même l'air renfermé dans le vase où était le sang noircissait aussi le papier trempé dans de l'acétate de plomb. Comme ce liquide était très-alcalin, il contenait sans doute de l'hydro-sulfate d'ammoniaque.

A cette époque, il contenait encore une grande quantité d'albumine non décomposée ; car la chaleur et les acides y formaient une coagulation très-abondante : mais, au bout de cinq ans, toute l'albumine était décomposée ; la liqueur avait une teinte noire ; son odeur n'était plus sulfureuse, elle était ammoniacale, mêlée de fétidité. Lorsqu'on y mêlait un acide, elle faisait une vive effervescence, et lorsqu'on la distillait, elle donnait une grande quantité de carbonate d'ammoniaque cristallisé parfaitement blanc.

Cette liqueur, ainsi chauffée, est devenue acide à une

certaine époque de l'opération : il s'en est séparé aussi, après que l'ammoniaque en était dégagée, une matière brune, comme gélatineuse.

L'acidité que présentait la liqueur paraissait être due à l'acide acétique; car, chaude, elle exhalait l'odeur de cet acide, mêlée à celle de la colle-forte chaude; et, quand on y mêlait de l'acide sulfurique, elle dégageait une vapeur très-piquante, qui ressemblait à celle du vinaigre.

Le vase dans lequel le sang avait été renfermé présentait immédiatement au-dessus de ce liquide un cercle de matière blanche-jaunâtre, qui, détachée et séchée, a offert toutes les propriétés du soufre mêlé à un peu de matière animale.

Les chimistes savent que le sang, ou au moins son albumine, contient du soufre; mais on n'aurait peut-être pas cru qu'il en contînt une aussi grande quantité : il y en avait environ 2 gramm. sur un litre de sang.

Une chose qui n'est pas, suivant moi, sans intérêt, c'est de savoir comment ce soufre s'est élevé au-dessus du liquide, et s'est déposé sur les parois du vase, où il formait un cercle assez large.

J'attribue cet effet à de l'hydro-sulfate d'ammoniaque qui se forme pendant la décomposition du sang, et qui se trouvait en contact avec l'air atmosphérique que le flacon mal bouché avait laissé entrer et circuler dans son intérieur.

En effet, quand, ces derniers jours, nous avons ouvert le flacon, nous avons trouvé que l'air qu'il contenait entretenait la combustion des bougies comme l'air ordinaire.

Voulant savoir si la matière colorante du sang qui s'était déposée au fond du vase dans les premiers temps, conservait encore quelques-unes de ses propriétés au bout de cinq ans, j'en ai traité, après l'avoir lavée avec l'acide sulfurique affaibli, et j'ai obtenu une dissolution d'un rouge magnifique, beaucoup plus belle que celle fournie par le sang frais. Mais il est resté une certaine quantité de matière noirâtre qui ne s'est pas dissoute : c'est ce qui arrive aussi avec le sang frais.

Cela prouve que, de tous les élémens du sang, c'est le principe colorant qui est le moins destructible, puisque, dans le cas dont il s'agit, il ne restait plus un atome d'albumine.

Après avoir séparé par la filtration le liquide qui surnageait la matière colorante dont nous parlons, on l'a distillé jusqu'à ce que le résidu fût sensiblement acide. Nous avons obtenu un litre de liqueur qui était sursaturé de carbonate d'ammoniaque, car il y avait une partie de ce sel cristallisée au fond; cette liqueur, mêlée avec des acides, faisait une vive effervescence, et quand on y mettait un excès d'acide, le mélange prenait une couleur pourpre très-belle.

Ce premier produit séparé, on a continué la distillation jusqu'à ce que le fluide fût réduit en consistance sirupeuse : le second produit était acide : cependant il contenait encore de l'ammoniaque; car il en exhalait l'odeur lorsqu'on le saturait par la potasse.

Ce produit évaporé, après avoir été saturé par la potasse, a fourni de l'acétate de potasse très-beau.

Le résidu, abandonné à lui-même pendant quelques jours, a donné des cristaux dont la saveur annonçait un

mélange de sel marin et de sel ammoniac. La matière, ainsi épaissie, a été mêlée à de l'alcool, dans l'espérance d'en séparer une certaine quantité de matière animale brune qui colorait la liqueur. C'est en effet ce qui est arrivé : cependant ce qui restait en dissolution dans l'intervalle était encore très-coloré. Le précipité formé par l'alcool, lavé à plusieurs reprises avec ce fluide, a été séché et mis à part : nous y reviendrons plus bas.

La substance dissoute dans l'alcool a été distillée, d'abord pour en retirer l'alcool, ensuite on a mêlé à la liqueur restante de l'acide sulfurique étendu d'eau, et on a continué à distiller : le produit obtenu était acide.

On a remarqué qu'au moment où l'acide a été mêlé avec la liqueur, il s'en est séparé une matière huileuse rouge, d'une odeur très-forte et très-désagréable. Je crois que c'est à elle seule que le sang pourri devait toute son odeur fétide. Il me paraît que cette huile volatile a été formée aux dépens de l'albumine décomposée, car on ne trouve rien de pareil dans le sang frais. Cette huile était tenue en dissolution dans le liquide par l'acide acétique, l'acétate et le muriate d'ammoniaque, et non par de l'alcali, comme on pourrait le soupçonner ; car le liquide était déjà acide avant qu'on y mît l'acide sulfurique.

Je pense que cette huile est de nature acide ; car, après en avoir séparé complètement l'acide sulfurique par plusieurs lotions à l'eau bouillante, l'huile, qui était alors solide et pulvérulente, de couleur fauve, rougissait fortement le papier de tournesol, quoique les derniers lavages ne fussent pas du tout acides : elle se dissout très-

facilement dans les alcalis, d'où elle est précipitée par les acides, qui prennent alors une teinte rose. C'est cette même matière huileuse qui donne au produit de la distillation du sang dont nous avons parlé, la propriété de prendre une teinte rouge-pourpre par les acides.

Nous avons parlé plus haut d'une substance brune précipitée par l'alcool du lavage du sang concentré : cette matière, insoluble dans l'eau, à peine soluble dans l'alcool bouillant, mais soluble dans l'éther, qui ne laisse qu'une petite quantité d'un corps noir et comme bitumineux, nous a offert, quand elle a été séparée de l'éther, les caractères de la graisse. Elle était brune dans certaines parties et blanche dans d'autres, se fondait par la chaleur, et se réduisait en vapeurs qui avaient l'odeur de la graisse brûlée.

Cette matière existait sans doute dans le sang, et n'est pas le produit de la décomposition de ce fluide; car on se rappelle que j'ai trouvé une matière grasse dans l'albumine récente.

On s'étonnera peut-être de ce que je regarde comme un acide cette huile volatile et fétide, et l'on sera sans doute plus disposé à penser que l'acidité qu'elle présente est due à sa combinaison avec l'acide sulfurique que l'eau n'aura pu détruire : à cela je dirai qu'ayant mêlé cette huile avec un peu de baryte et d'eau, et l'ayant brûlée dans un creuset, je n'ai retrouvé que des traces d'acide sulfurique dans le résidu, trop petites pour croire qu'il en soit ainsi; mais l'on s'étonnera moins si l'on pense à ce qui se passe dans la saponification si bien expliquée par les travaux de M. Chevreul : il en résulte des

acides qui n'ont pas entièrement perdu le caractère des graisses.

Sur l'Albumine.

De l'albumine de sang de bœuf, qui avait été renfermée depuis deux ans dans un flacon de cristal bien bouché, était dans l'état suivant :

1°. Ce qui frappait d'abord la vue, c'est la couleur noire qu'avait contractée la surface intérieure du vase, couleur absolument semblable à celle qui se forme souvent dans les flacons où l'on conserve les solutions d'hydro-sulfates alcalins.

2°. Le liquide avait une couleur jaune pâle; au fond était une matière blanche jaunâtre, épaisse, et qui avait l'aspect du pus; l'odeur de cette liqueur était extrêmement fétide et mélangée de celle de l'hydrogène sulfuré.

3°. Une portion de ce liquide, soumise à la distillation, s'est coagulée et a fourni un produit blanc extraordinairement fétide, qui précipitait les sels de plomb en noir foncé lorsqu'on n'y mêlait qu'une petite quantité de ces derniers; mais les précipitant en gris pâle quand on en mettait, jusqu'à ce que le précipité cessât de se former.

Alors le précipité, lavé et traité par l'acide acétique, a produit une effervescence, s'est en grande partie dissous, et n'a laissé qu'une matière noire qui était du sulfure de plomb.

Cette expérience suffit pour prouver que le produit de la distillation de l'albumine altérée contient de l'hydro-sulfate et du carbonate d'ammoniaque; mais, indépendamment de ces deux matières, il y en a une troisième extrêmement fétide qui paraît aussi prendre l'état de gaz

dont la nature nous est inconnue, mais que je soupçonne être de nature huileuse.

La liqueur d'où l'on avait extrait le produit dont on vient de parler, ayant été filtrée pour séparer la partie coagulée, a été soumise à quelques essais : 1° elle rougissait le papier de tournesol ; 2° prenait, par son mélange avec quelques gouttes de sulfate de fer, une couleur rouge-pourpre qui passait bientôt au bleuâtre et disparaissait ensuite ; la liqueur restait seulement opaline ; l'odeur de ce liquide était encore fétide, mais beaucoup moins qu'avant d'avoir été soumis à l'action du feu : la plus grande partie de la matière odorante avait passé avec le produit.

Soupçonnant que l'acidité de la liqueur était due à l'acide acétique, comme celle du lavage du sang dont nous avons précédemment parlé, on l'a soumise à la distillation avec un peu d'acide sulfurique et à une douce chaleur : nous avons en effet obtenu de l'acide acétique.

Le coagulum qui s'est formé pendant la distillation de l'albumine du sang, altérée par le temps, nous a présenté tous les caractères de l'albumine, c'est-à-dire qu'elle a pris, en séchant, de la transparence et de la fragilité, qu'elle a brûlé en se ramollissant et répandant l'odeur fétide qui lui est propre.

Brûlée avec du nitrate de potasse dans un creuset de platine, et le résultat de l'opération, dissous et saturé par l'acide nitrique, a donné avec le nitrate de baryte une grande quantité de sulfate de cette base : on n'y a pas trouvé d'acide phosphorique.

L'albumine peut, comme on voit, se conserver long-

temps quand elle ne contient que la quantité d'eau qui lui est naturelle, et quand elle est renfermée dans un vase où l'air n'a pas de libre accès : la grande quantité d'hydro-sulfate, d'acétate et de carbonate d'ammoniaque, qui était déjà formée et restée en dissolution dans le liquide, devait en effet s'opposer à la décomposition complète de la substance albumineuse; mais quand elle est étendue d'eau et que les gaz qui se forment ont une issue pour se dégager, elle se décompose promptement et complètement.

Il résulte des expériences et des observations rapportées dans cette note, que le lavage du caillot du sang a donné naissance, en se décomposant :

1°. A une grande quantité d'acide carbonique;

2°. A une grande quantité d'acide hydro-sulfurique;

3°. A une grande quantité d'acide acétique;

4°. A de l'ammoniaque qui saturait ces trois acides;

5°. A une huile volatile, acide et très-fétide, saturant aussi une partie de l'ammoniaque.

Ces substances ne se trouvent point dans le sang; il n'en contient que les élémens, unis dans un autre ordre.

6°. Que la matière grasse fixe préexistait probablement à la décomposition du sang, puisqu'on en trouve une à-peu-près semblable dans le sang frais.

7°. Que l'albumine était presqu'entièrement détruite; il n'en restait que de légères traces, encore avait-elle subi une si grande modification qu'elle était méconnaissable; elle ressemblait plutôt à la colle forte, dont elle avait l'odeur, qu'à l'albumine.

8°. Que la matière colorante, au contraire, s'est con-

servée sans altération au milieu de la destruction générale des autres principes du sang.

9°. Qu'il ne paraît pas que le sang contienne de phosphore : au moins le soufre qui s'était séparé, ainsi que nous l'avons dit plus haut, n'en recélait pas un atome.

OBSERVATIONS *sur le Miel.*

Par M. GUIBOURT, Pharmacien.

C'EST un fait reconnu de tout temps que les différentes qualités du miel proviennent surtout de la prédominance de certains végétaux dans les contrées habitées par les abeilles ; mais il me semble qu'on n'a pas encore accordé assez d'influence à cette cause de variation, puisqu'on l'a bornée généralement à des changemens de couleur et d'odeur, ou même à des proportions diverses de deux principes sucrés qu'on a supposé exister dans tous les miels, sans l'étendre à la nature même et au nombre de ces principes.

Il est cependant naturel de penser, en raison du peu d'altération que paraît éprouver le miel de la part des abeilles, que la nature et le nombre de ses principes sucrés peuvent varier suivant les sources végétales où elles vont le puiser ; et, par exemple, il ne serait pas du tout extraordinaire que du miel recueilli dans les environs d'une forêt de frênes contînt de la manne : le même raisonnement s'applique aux autres matières sucrées.

Cette réflexion, qui nous montre que l'analyse la plus soignée du miel n'offrira guère que des résultats particuliers à l'espèce employée, m'a été suggérée par un fait observé dernièrement dans la préparation de l'opium de Rousseau, et par la discordance de quelques expériences analytiques précédemment publiées sur le miel.

M. Proust (*Mémoire sur le Sucre de raisin*) a trouvé le miel blanc des montagnes de Moya, en Espagne, formé de 0,60 d'un sucre liquide, incristallisable, déliquescent, ayant la transparence et la tenacité de la térébenthine, très-soluble dans l'alcool, et de 0,40 d'un autre sucre solide, blanc, non cristallisable, mais se séparant de sa dissolution aqueuse concentrée sous la forme de concrétions blanches, opaques, imitant des choufleurs. Plus loin, le savant auteur du Mémoire nous dit que ce sucre se rapproche tellement de celui du raisin, qu'il doute qu'il y ait beaucoup de différence entre eux.

M. Guilbert a publié l'expérience suivante dans le 82e volume des *Annales de Chimie* : ayant agité du miel des environs de Paris avec le quart de son poids d'eau, il a obtenu en dissolution les $\frac{14}{15}$ du miel, et il lui est resté $\frac{1}{15}$ d'une matière blanche, solide, farineuse, très-peu sucrée, soluble dans quatre parties d'eau froide et dans l'alcool à l'aide de la chaleur. M. Guilbert en a conclu que le miel était formé de 14 parties de sucre liquide et d'une partie de sucre solide; mais il est évident qu'il n'a retiré que la plus petite portion de ce dernier, et seulement ce qui n'a pu être dissous par l'action simultanée de l'eau et du sucre liquide. Notre estimable confrère a reconnu dans cette substance une propriété

purgative très-marquée; c'est, à défaut de caractères plus précis, ce qui m'a fait avancer, dans mon *Histoire abrégée des drogues simples*, que le miel contenait probablement une petite quantité de manne.

Je trouve encore quelques expériences de M. Chevallier sur un miel abandonné pendant deux ans dans la pharmacie d'un hôpital. (*Journal de Pharmacie*, t. V.) Ce miel s'était séparé en deux portions, dont l'une, liquide, avait fermenté et s'était en partie altérée, et dont l'autre, solide, jouissait des propriétés que lui a reconnues M. Proust. M. Chevallier termine par cette réflexion : « Il serait peut-être possible de déterminer dans le miel un mouvement de fermentation qui en détruirait une partie, et laisserait la matière cristallisable : libre alors, elle prendrait une forme solide. » C'est précisément ce fait qui s'est offert à moi dans la préparation de l'opium de Rousseau.

Pour préparer l'opium de Rousseau, d'après Baumé, il faut dissoudre 12 onces de miel dans 3 livres d'eau, et y mêler, après quelques jours de fermentation, la dissolution faite à part de 4 onces d'opium dans 12 onces d'eau. Lorsque le tout a fermenté pendant un mois, on passe la liqueur avec expression, on la filtre, et, après l'avoir réduite par l'évaporation au poids de 10 onces, on y ajoute 4 onces $\frac{1}{2}$ d'alcool à 34 degrés. On la filtre une seconde fois, et on la conserve dans un vase bien bouché. Les auteurs du *Codex* ont adopté cette formule, mais ont laissé aux pharmaciens qui trouveraient la fermentation trop longue la faculté de l'abréger en ajoutant au miel une certaine quantité de levure de bière.

Jusqu'à présent j'avais toujours ajouté de la levure au

miel, et détruisant par ce moyen toute matière sucrée, j'obtenais pour résultat de l'évaporation une liqueur non sirupeuse, non précipitable par l'alcool, et surtout plus fluide, après son mélange avec ce dernier, que le laudanum liquide de Sydenham. Ce caractère se trouvant directement opposé à ce qu'en dit le *Codex*, je me déterminai à préparer d'autre opium de Rousseau sans levure. Alors, soit que cela tînt à cette circonstance seule, ou à la basse température de l'air, qui ramenait quelquefois celle de l'étuve où j'opérais à un degré inférieur à celui que demande la fermentation alcoolique; soit qu'on doive l'attribuer à la nature particulière du miel, mon opium, évaporé à 10 onces, s'est trouvé très-sirupeux, et a formé un magma très-considérable par l'addition de l'alcool. Je ne vis d'autre moyen de remédier à cet inconvénient que d'y mêler ce qui me restait d'opium fermenté avec la levure, et de chauffer le tout au bain-marie. Effectivement le magma fut dissous, et la liqueur, qui forma peu de précipité par son refroidissement, filtra facilement. Je crus tout fini; mais le lendemain je trouvai au fond du flacon une cristallisation aiguillée très-considérable (environ 2 onces) que je séparai de la liqueur, et lavai à froid avec de l'alcool rectifié. De cette manière, j'obtins la substance cristallisée parfaitement blanche, et j'en déterminai les propriétés.

Elle est blanche, inodore, jouissant d'une saveur sucrée faible et un peu nauséeuse, soluble dans l'eau, mais beaucoup plus à chaud qu'à froid, et cristallisant facilement en houppes soyeuses rayonnées : quelques aiguilles isolées sont plus volumineuses et transparentes. La dissolution de cette substance n'offre aucun indice

d'acide méconique ou de morphine, et on n'y trouve qu'un peu d'un sel calcaire que l'alcool peut en précipiter. Elle est très-peu soluble à froid dans l'alcool rectifié; mais elle se dissout facilement à chaud, et l'alcool filtré bouillant se trouble aussitôt en formant des cristaux fins et déliés. Ces cristaux, augmentant rapidement, convertissent bientôt la liqueur en une masse d'apparence solide, d'où la pression fait sortir une très-grande quantité d'alcool.

Cette substance sucrée, traitée par six parties d'acide nitrique étendu d'autant d'eau, s'y est dissoute très-promptement, et a laissé, par suite de son évaporation, une masse cristalline d'où l'eau a précipité un peu d'acide mucique, mais qui était formée d'acide oxalique pour la plus grande partie.

A tous ces caractères, il est difficile de ne pas reconnaître la manne pure ou *mannite*. Cette manne existait dans le miel, selon toutes les apparences, et nous autorise à penser, comme je l'ai dit au commencement, que ce produit des abeilles est susceptible de contenir toutes les espèces de sucre du règne végétal. Peut-être cependant faut-il en excepter le sucre cristallisable de la canne, en raison de la grande facilité avec laquelle il s'altère par le contact des acides; en raison de l'acide libre qui paraît exister dans les voies alimentaires de l'abeille, de même que dans celles d'autres hyménoptères (les fourmis); en raison enfin de l'identité que l'on observe entre le sucre solide du miel signalé par M. Proust, le sucre de raisin (chose déjà reconnue par le même chimiste), et le sucre que nous pouvons produire en mettant directement en contact le sucre de canne avec les acides végétaux. De

sorte qu'en dernier résultat, je pense que les abeilles ayant la faculté de changer le sucre cristallisable de la canne en sucre solide, mais non plus cristallisable, on ne pourra jamais trouver que de très-petites quantités du premier dans le miel, et seulement les portions qui auront échappé à l'élaboration acide de leur estomac ; tandis qu'on pourra y trouver les autres espèces de sucre, lesquels, ayant déjà éprouvé une altération analogue dans le végétal même, peuvent passer dans le miel sans en éprouver une nouvelle qu'ils ne paraissent d'ailleurs plus propres à subir.

Je viens d'avancer que le sucre produit par l'action directe des acides végétaux sur le sucre de canne était identique avec le sucre de miel de M. Proust. Au moins puis-je assurer que cette identité existe pour le sucre qui se concrète dans le sirop d'acide tartrique. Ce sucre, comme celui de miel, est blanc, d'une saveur sucrée, faible et farineuse. Cuit dans l'eau en consistance sirupeuse et abandonné à l'air sec, il ne tarde pas à former des points blancs qui augmentent peu à peu, et se convertissent en croûtes grenues, caverneuses, s'élevant beaucoup au-dessus du niveau de la liqueur ; celle-ci alors a disparu presqu'entièrement, et je l'ai quelquefois vue tout-à-fait changée en une masse mamelonnée, inégale, ayant la demi-transparence et la dureté de l'albâtre.

Le sucre du sirop tartrique est plus soluble dans l'alcool que le sucre de canne. Lorsque, quelquefois, il contient encore un peu de celui-ci auquel le temps ou l'acide a manqué pour sa conversion, et qu'on le dissout dans l'alcool bouillant, le sucre de canne s'en sépare par le refroidissement, et paraît avec toutes ses propriétés ;

tandis que l'autre ne se dépose que plus tard, sous la forme de concrétions mamelonnées, blanches et opaques, qui paraissent composées, à la loupe, d'une infinité de petites écailles brillantes. Le sucre du sirop tartrique est encore sujet à contenir du tartrate et du sulfate de chaux, lorsque ces sels existaient dans l'acide employé; mais ils n'altèrent en rien ses propriétés caractéristiques, et je me suis assuré qu'ils n'influaient pas sur sa formation. Le temps ne m'a pas permis de varier assez mes expériences pour expliquer ce qui se passe dans cette conversion du sucre de canne en sucre de miel ou de raisin. Tout ce que je puis dire, c'est qu'après sa formation, l'acidité du sirop liquide et très-coloré qui le surnage ne paraît pas diminuée, et qu'on peut obtenir le sucre concret entièrement privé d'acide libre et de sucre cristallisable. Je suis porté à croire que l'acide agit dans ce cas d'une manière analogue à celle de l'acide sulfurique dans la conversion de l'amidon en matière sucrée.

Un dernier caractère que j'ai cru reconnaître dans le sucre tartrique, c'est de donner à l'eau une moins grande pesanteur spécifique que le sucre de canne. 10 gramm. de chacun ayant été dissous dans 60 gramm. d'eau, la première dissolution pesait 1g,052, et la seconde 1,056.

NOTE *sur les becs à plusieurs mèches appliqués aux lampes d'Argant ou à double courant d'air.*

MM. ARAGO et Fresnel, chargés par M. le Directeur-général des Ponts et Chaussées des expériences relatives au perfectionnement de l'éclairage des phares, se sont

particulièrement occupés des becs à plusieurs mèches, dont M. de Rumford avait annoncé depuis long-temps les avantages, mais qui présentaient encore de graves inconvéniens par la difficulté de modérer la flamme.

MM. Arago et Fresnel sont parvenus à lever complètement cette difficulté en appliquant à ces becs l'idée heureuse au moyen de laquelle M. Carcel a porté à un si haut degré de perfection les lampes ordinaires à double courant d'air, et qui consiste à abreuver la mèche d'une quantité d'huile plus grande que celle qu'elle peut consumer. De cette manière, l'huile, sans cesse renouvelée, ne peut plus entrer en ébullition dans le bec, et la flamme s'éloigne de ses bords, continuellement recouverts par l'huile surabondante qui s'écoule. Dans les lampes que MM. Arago et Fresnel ont fait construire pour leurs expériences, ce n'est pas un mouvement d'horlogerie qui amène l'huile, comme dans celles de Carcel : le réservoir, plus élevé que le bec, reçoit l'air par un tuyau glissant dans une boîte à cuir, qu'on peut hausser ou baisser à volonté, et qui sert ainsi à régler le niveau d'écoulement. L'huile surabondante tombe dans un récipient placé sous le bec, puis est renversée dans le réservoir lorsqu'on éteint la lampe.

Cet appareil, très-convenable pour les expériences auxquelles il était destiné, et qui peut être adopté sans inconvénient dans l'éclairage des phares, serait sans doute très-incommode pour les usages domestiques, et en général pour l'éclairage des salles, à cause du grand volume qu'il oblige de donner au réservoir et au récipient : il vaudrait beaucoup mieux alors adapter à la lampe l'ingénieux mécanisme de M. Carcel.

Il ne suffisait pas, pour maîtriser la combustion, d'amener l'huile en quantité surabondante; car il aurait fallu, dans certains cas, rendre son écoulement si rapide que les plus grands réservoirs auraient été vides en peu de temps. Il était nécessaire encore de donner à la cheminée une hauteur convenable. On conçoit en effet que plus la cheminée est haute, et plus le courant d'air devient rapide et rafraîchit les bords du bec. Quand la cheminée est trop basse, le bec s'échauffe, la flamme s'allonge et rougit : quand elle est trop haute, la flamme est blanche, mais ne peut pas acquérir le développement nécessaire, et éprouve une agitation continuelle occasionée par la trop grande vitesse du courant d'air. L'expérience peut seule déterminer la hauteur de cheminée la plus avantageuse. Comme elle doit varier avec l'état de l'air, et surtout avec la température de l'atmosphère, on a adapté à la cheminée une rallonge en tôle composée de deux pièces qui s'emboîtent l'une dans l'autre, dont l'une est fixe et l'autre peut s'élever ou s'abaisser à l'aide d'une crémaillère. De cette manière, on fait varier à volonté la hauteur de la cheminée lorsque la lampe est allumée. On la tient basse dans les premiers instans pour faciliter le développement des flammes, et on élève ensuite la partie mobile de la rallonge pour modérer la combustion.

La robe qui porte la cheminée peut aussi s'élever ou s'abaisser, comme dans les lampes de Carcel, afin de placer le coude de la cheminée à la hauteur la plus favorable à la combustion ; car la position du coude exerce, comme on sait, une influence très-notable sur la blancheur de la flamme.

Enfin, chacune des mèches concentriques s'élève ou s'abaisse séparément à l'aide d'une crémaillère dont la tige, qui porte l'anneau, passe dans l'intérieur même du bec. L'anneau sur lequel la mèche est fixée s'assemble à baïonnette sur celui-ci ; en sorte qu'on peut l'enlever et le replacer à volonté. De cette manière, on a supprimé les petits tuyaux qu'on adapte ordinairement aux becs pour contenir la tige qui porte l'anneau. Dans les becs à mèches concentriques, où la température est toujours très-élevée, ces petits tuyaux remplis d'huile avaient l'inconvénient de laisser dégager une trop grande quantité de gaz, et de diminuer en outre le passage de l'air au même endroit : deux causes qui produisaient, en ce point, un jet de flamme plus élevé que sur le reste du bec.

Enfin, la chose la plus importante peut-être de la construction du bec, et qui ne pouvait être déterminée que par l'expérience, c'était de régler l'intervalle entre les mèches concentriques de façon à produire le plus bel effet possible. Si on les tient trop éloignées les unes des autres, les flammes ne s'échauffent pas assez mutuellement et sont rouges. Si on les rapproche trop, le passage de l'air devenant très-étroit, il n'arrive plus en quantité suffisante pour la combustion, d'où résulte un grand allongement des flammes : elles rougissent aussi dans la partie supérieure et donnent de la fumée. On remédierait à cet inconvénient, en exhaussant suffisamment la cheminée ; mais le courant d'air deviendrait si rapide, qu'il y aurait une perte notable de vapeur d'huile entraînée qui échapperait à la combustion.

MM. Arago et Fresnel n'ont pas eu besoin de tâton-

nemens nombreux pour arriver à la solution du problème. Dès leurs premiers essais, ils ont été assez heureux pour rencontrer l'espacement convenable des mèches. Le premier bec qu'ils ont fait construire, portant seulement deux mèches concentriques, a très-bien réussi. M. Kater, membre de la Société royale de Londres, qui a assisté (en octobre 1819) à cette première expérience, a pu juger de l'éclat et de la blancheur de sa lumière. Il produit l'effet de cinq lampes de Carcel, et ne fait guère que la dépense de 4 et demie. Ce résultat s'accordait assez avec ce que M. de Rumford avait annoncé sur les avantages économiques des becs à mèches multiples, sans confirmer entièrement cependant les grandes différences qu'il faisait espérer. Mais les becs à trois mèches et à quatre mèches concentriques que MM. Arago et Fresnel ont fait construire depuis, et qui donnent autant de lumière que dix et vingt lampes de Carcel, n'ont pas présenté d'économie constante et bien notable dans la dépense d'huile. En prenant des moyennes entre un grand nombre d'expériences, on a trouvé que la quantité d'huile consommée était à-peu-près proportionnelle à la quantité de lumière produite (1).

Ces becs à trois et à quatre mèches ne présenteraient donc point d'économie sensible dans l'usage domestique; mais si l'on voulait réunir beaucoup de lumière en un

---

(1) Il est nécessaire que l'huile surabondante qui s'écoule soit au moins égale à celle qui se consomme, et que par conséquent le réservoir ait une capacité double, si l'on n'y adapte pas le mécanisme de Carcel; mais l'huile surabondante qu'on reçoit dans le récipient n'est point alors sensiblement altérée,

seul foyer, ils rempliraient parfaitement cet objet, et ils trouveraient peut-être une application avantageuse dans l'éclairage des grandes salles, telles que les salles de spectacle, en leur adaptant, bien entendu, le mécanisme de Carcel. Il faudrait les placer au haut du plafond, sous un grand miroir concave à facettes, composé de petites glaces étamées, disposées en calotte sphérique, qui renverraient la lumière réfléchie sur tous les points de la salle. On pourrait alors supprimer le lustre, qui masque une partie de la scène aux spectateurs placés dans les loges élevées.

M. Arago a pensé à appliquer le bec qui porte seulement deux mèches concentriques, à l'éclairage des phares où l'on emploie de grands réflecteurs paraboliques, pour en augmenter l'effet sans multiplier le nombre de ces réflecteurs. En le plaçant au foyer d'un beau miroir parabolique de M. Lenoir, de 31 pouces d'ouverture, il a trouvé que l'intensité de la lumière dans l'axe était une fois et demie aussi grande que celle que donnait le même réflecteur armé d'un petit bec, et que l'effet total (c'est-à-dire, la somme des rayons divergens réfléchis horizontalement) était augmenté dans le rapport de 2,7 à 1. Ainsi, l'on voit que, dans les appareils d'éclairage composés de réflecteurs semblables, on pourrait presque tripler leur effet actuel par la simple substitu-

---

et doit être reversée dans le réservoir avec l'huile nouvelle pour servir à une seconde combustion. C'est ainsi qu'ont été faites presque toutes les expériences, et l'on n'a pas remarqué que le mélange de l'huile qui avait déjà servi diminuât en rien l'éclat de la lumière, et hâtât la carbonisation des mèches.

tion de becs doubles à la place de ceux dont ils sont garnis, si l'importance du phare faisait passer par dessus la considération d'une augmentation de dépense plus grande que l'accroissement de lumière.

Quant aux becs à trois mèches, et surtout à quatre mèches concentriques, ils consomment une trop grande quantité d'huile pour être adaptés aux miroirs paraboliques. Leur application à l'éclairage des phares ne devient avantageuse qu'en les plaçant au centre du système lenticulaire proposé par M. Fresnel, et dont M. le Directeur-général des Ponts et Chaussées vient d'ordonner l'exécution. Dans ce cas, il s'agit de réunir en un foyer commun et sous un petit volume toutes les lumières destinées à l'éclairage du phare, et c'est uniquement pour atteindre ce but que ces becs à trois et à quatre mèches ont été exécutés. Ils satisfont très-bien aux conditions du problème, par la blancheur et l'intensité de la lumière qu'ils donnent, et ils simplifient en même temps le service du phare. Ils ont même l'avantage, comme l'expérience l'a démontré, de ne pas éprouver une diminution aussi sensible de lumière que les becs ordinaires par la carbonisation des mèches; car, après douze et treize heures de combustion, l'effet produit par le bec quadruple placé au foyer d'une grande lentille n'était diminué que d'un cinquième. Cela tient sans doute à ce que l'élévation de la température facilite l'ascension de l'huile dans les mèches. (F.)

On donnera, dans un des prochains Cahiers, les dessins cotés de ces becs à mèches multiples.

Examen *chimique de la liqueur odorante de la Mouffette.*

Par Mr J.-L. Lassaigne.

La mouffette (*viverra putorius*), originaire de l'Amérique septentrionale, a une poche particulière de la forme et de la grosseur d'une noix, placée entre la queue et l'anus, ayant deux orifices à l'extérieur.

Cet animal exhale, lorsqu'il est en colère, une odeur insupportable qui provient d'une liqueur que renferme cette poche.

M. Rousseau fils, aide-naturaliste au Jardin du Roi, désirant connaître la composition chimique de cette liqueur, m'en remit une certaine quantité pour la soumettre à l'analyse.

1°. Cette liqueur est d'une couleur jaune d'ambre foncée; elle a une odeur alliacée très-forte et aromatique, qui est insupportable, en petite quantité, et persiste long-temps.

2°. Sa pesanteur spécifique est moins grande que celle de l'eau; car, lorsqu'on en mêle avec ce liquide, elle vient aussitôt nager à sa surface en gouttes semi-sphériques à la manière des huiles, et ne paraît point se dissoudre : cependant l'eau en contracte l'odeur prononcée.

3°. Traitée à froid par l'alcool à 36°, elle s'est totalement dissoute; sa solution était d'une couleur jaune dorée; elle ne rougissait point le papier bleu de tournesol, et était troublée par l'addition de l'eau comme celle des huiles volatiles.

4°. Un morceau de papier joseph imbibé de cette liqueur huileuse a été exposé à l'action d'une douce chaleur; elle s'est pour la plus grande partie volatilisée et a laissé une tache grasse d'une couleur rose carminée, ce qui prouve qu'elle est formée de deux huiles, l'une volatile et l'autre fixe.

5°. Chauffée dans une cornue de verre avec de l'eau, la plus grande partie s'est distillée avec ce liquide, et il est resté au fond une matière grasse, jaunâtre, fixe, qui n'avait presque plus d'odeur. Cette expérience vient à l'appui de la conclusion qu'on avait tirée de la précédente. L'eau qui s'était condensée dans le récipient avec l'huile volatile odorante qui la surnageait, participait de l'odeur de cette dernière; elle était de plus légèrement alcaline, précipitait les sels de plomb, d'argent et de mercure en noir; le chlore la rendait opaline : saturée par l'acide hydro-chlorique, il y a eu un léger dégagement d'acide hydro-sulfurique, et la liqueur, évaporée, a fourni de l'hydro-chlorate d'ammoniaque; ce qui annonce que la propriété que possédait cette eau distillée, en même temps que l'huile, de précipiter en noir les sels de plomb et d'argent, etc., était due à une certaine quantité de sous-hydro-sulfate d'ammoniaque qu'elle tenait en dissolution.

6°. Ayant placé dans une petite capsule de porcelaine un peu de cette liqueur huileuse, j'en ai approché un corps enflammé : aussitôt l'inflammation s'y est communiquée, et elle a continué de brûler pendant quelque temps avec une flamme blanche-jaunâtre dont les côtés extérieurs étaient bleus, en répandant une odeur suffocante d'acide sulfureux, ce qui semblait annoncer l'exis-

tence d'une proportion assez considérable de soufre ; mais ne voulant pas m'en rapporter à l'odorat, qui souvent induit en erreur, j'ai opéré de la manière suivante : la petite capsule contenant de l'huile enflammée a été recouverte d'une cloche de verre d'environ 500 centimètres cubes de capacité, dont j'avais eu soin d'humecter les parois avec une solution de potasse caustique ; la combustion finie, j'ai lavé les parois de la cloche avec de l'eau, qui a été ensuite évaporée; j'ai obtenu une substance blanche saline qui m'a présenté tous les caractères du sulfite de potasse : donc plus de doute sur la présence du soufre dans cette liqueur animale.

Curieux d'en estimer la quantité, qui me paraissait considérable, à en juger par l'acide sulfureux produit par la combustion, j'en ai traité 0,500 gramm. par l'eau régale; la dissolution étendue d'eau distillée a été précipitée par le nitrate de baryte; le sulfate de baryte obtenu, lavé et calciné, pesait 0,290 = 100 d'acide sulfurique, qui représente 0,040 de soufre dans 0,500 de liqueur; ce qui fait 8 pour cent (1).

Il résulte de ces expériences, que cette liqueur odorante de la mouffette est composée :

1°. D'une huile volatile très-odorante ;

2°. D'une huile grasse ;

3°. D'une matière colorante ;

---

(1) L'huile volatile et l'huile fixe, séparées par distillation, en contiennent toutes les deux ; mais l'huile fixe m'a paru en tenir plus en dissolution que la première. La petite quantité qui me restait ne m'a pas permis d'apprécier le rapport de ce corps combustible dans ces deux espèces d'huile.

4°. De soufre combiné aux substances grasses dans la proportion de $\frac{8}{100}$;

5°. D'une petite quantité de sous-hydro-sulfate d'ammoniaque.

Le soufre avait déjà été rencontré dans plusieurs substances végétales et animales; mais la proportion qu'en contient cette liqueur me paraît remarquable.

EXTRAIT *des Observations météorologiques faites à l'île de Melville pendant le voyage du capitaine* Ross.

Lat. =74°.47'.18". Long. =100°.48'.30" ouest de Greenwich.

DATES.	THERMOMÈTRE CENTIGRADE.			
	Maximum.	*Minimum.*	Température moyenne.	Étendue de la variation thermométrique.
Oct. 1819.	— 8°,0	— 33°,3	— 19°,7	25°,3
novembre	— 14,4	— 43,8	— 29,2	29,4
décembre.	— 14,4	— 41,7	— 29,8	27,3
Janv. 1820	— 18,9	— 43,8	— 34,5	24,9
Février.	— 27,2	— 45,5	— 35,7	18,3
Mars.	— 14,4	— 40,0	— 27,8	25,6
Avril.	0,0	— 35,5	— 22,4	35,5
Mai.	+ 8,3	— 20,0	— 8,5	28,3
Juin.	+ 10,5	— 22,2	— 2,4	12,7
Juillet.	+ 15,6	0,0	+ 5,8	15,6

Le thermomètre pendant l'hiver resta toujours fixé à la face méridionale d'un *David* qui partait du bord du

navire ; cet instrument marquait ordinairement de 1°,5 à 3° de plus que les thermomètres qu'on observait au loin ; un de ceux-ci indiqua, le 15 février, à six heures après midi, — 48°,2 centigrades : c'est le point le plus bas où on l'ait vu durant tout le voyage. Les températures très-basses furent toujours observées dans les temps calmes ; mais le thermomètre montait aussitôt qu'il soufflait un peu de vent et d'autant plus que le vent était plus fort.

DATES.	BAROMÈTRE EN POUCES ANGLAIS.			
	Maximum.	*Minimum.*	Moyenne.	Variation totale.
Oct. 1819.	30,32	29,10	29,813	1,22
Novembre	30,32	29,63	29,945	0,69
Décembre	30,75	29,10	29,865	1,65
Janv. 1820	30,77	29,59	30,078	1,18
Février.	30,15	29,32	29,769	0,83
Mars.	30,26	29,00	29,803	1,26
Avril.	30,86	29,40	29,978	1,46
Mai.	30,48	29,25	30,109	1,23
Juin.	30,13	29,50	29,823	0,63
Juillet.	30,01	29,13	29,668	0,88

Le baromètre montait par les vents du nord et de l'ouest, et baissait au contraire par les vents du sud et de l'est ; mais ces variations ne précédaient pas les changemens de temps d'une manière aussi manifeste qu'on l'a observé dans des climats plus méridionaux.

(Ces deux tables sont tirées du *Journal de l'Institution royale*, n° 21-1821. L'éditeur les tenait de M. Sabine, l'un des compagnons du capitaine Ross. Aussitôt que

l'ouvrage de cet intrépide officier aura paru, nous nous empresserons de le faire connaître aux lecteurs des *Annales*).

Rapport *fait à l'Académie des Sciences, le lundi 23 avril* 1821, *sur le voyage autour du Monde de la corvette l'*Uranie, *commandée par M.* de Freycinet.

L'Académie nous a chargés, MM. de Humboldt, Cuvier, Desfontaines, de Rossel, Biot, Thenard, Gay-Lussac et moi (M. Arago), de lui faire un rapport sur l'ensemble des travaux exécutés pendant le voyage de l'Uranie autour du Monde, sous le commandement de M. le capitaine Freycinet. Nous allons nous acquitter aujourd'hui de ce devoir, en entrant dans des détails qui paraissent également commandés par l'importance et par la variété des résultats que nous avons eu à examiner.

Le but principal de l'expédition commandée par M. de Freycinet était la recherche de la figure du globe et celle des élémens du magnétisme terrestre; plusieurs questions de météorologie avaient aussi été indiquées par l'Académie comme très-dignes d'attention. Quoique la géographie ne dût être, dans ce voyage, qu'un objet secondaire, on pouvait croire que des officiers expérimentés, pleins de zèle et munis de bons instrumens, ne feraient pas le tour du globe sans ajouter quelques précieux résultats aux tables de longitude et de latitude; en partant sans embarquer un naturaliste de profession, nos navigateurs avaient contracté l'obligation, sinon d'é-

tudier, du moins de recueillir pour les Musées tous les échantillons des trois règnes qui paraîtraient offrir quelque intérêt ; on devait attendre en outre, du dessinateur que le Gouvernement avait attaché à l'expédition, qu'il représenterait fidèlement avec le crayon, la plume ou le pinceau, ceux de ces échantillons que leur fragilité ou leur volume ne permettraient pas de transporter, et qu'il figurerait avec soin ces vues de côtes qui, outre l'avantage de fournir aux navigateurs d'utiles indications, forment aussi parfois d'agréables paysages : il était enfin naturel d'espérer que M. de Freycinet et ses collaborateurs ajouteraient quelques nouvelles particularités à l'histoire des peuples sauvages.

Les manuscrits de l'expédition, qui ont été déposés au Secrétariat de l'Académie, forment trente et un volumes in-4°. Nous en avons examiné toutes les parties avec le plus grand soin ; mais n'ayant pu, faute de temps, calculer la totalité des observations, nous serons réduits sur beaucoup de points à présenter, pour ainsi dire, le simple catalogue des richesses que M. Freycinet nous apporte. Pour procéder avec ordre, nous réunirons dans des paragraphes distincts tout ce qui est relatif à chaque genre particulier d'observations.

Itinéraire.

L'expédition fit voile de Toulon le 17 septembre 1817 ; elle arriva à Gibraltar le 11 octobre, et en partit le 15 pour Ténériffe, où elle séjourna du 22 au 28 du même mois. L'Uranie jeta l'ancre à Rio-Janeiro le 6 décembre. Cette ville ayant paru une station convenable

ment placée, tant pour les observations du pendule que pour celles des boussoles, M. Freycinet y séjourna près de deux mois. La relâche suivante, celle du cap de Bonne-Espérance, dura du 7 mars au 5 avril 1818, et fut employée à des travaux analogues, d'autant plus importans, qu'ils pourront être directement comparés à ceux de Lacaille. Cette même considération donnera aussi de l'intéret aux observations de l'Ile-de-France, où l'Uranie aborda le 5 mai 1818, et qu'elle ne quitta que le 16 juillet. Après avoir séjourné fort peu de temps à l'Ile-de-Bourbon, M. Freycinet fit voile, le 2 août, pour la baie des Chiens-Marins, qu'il avait déjà visitée dans son premier voyage avec le capitaine Baudin. Il y arriva le 12 septembre, et en partit le 26 pour Coupang, chef-lieu des établissemens hollandais dans l'île de Timor. On verra plus bas l'énumération des observations de divers genres faites dans ce port depuis le 9 octobre 1818 jusqu'au 23 du même mois, jour du départ de l'expédition pour Diely, où réside, au nord de l'île, le gouverneur de la portion portugaise.

En quittant Diely le 22 novembre, l'Uranie se dirigea vers la petite île de Rawak, située près de Waigiou (Nouvelle-Guinée), presque exactement sous l'équateur; elle y séjourna depuis le 16 décembre 1818 jusqu'au 5 janvier 1819. La relâche suivante eut lieu aux Mariannes, et fut de près de trois mois, tant à raison de l'importance des opérations qu'on exécuta dans ces îles, que parce qu'il fallut renouveler les provisions, et laisser aux malades, qui étaient alors en assez grand nombre, le temps de se rétablir. Le 5 avril 1819, l'Uranie fit voile de Guham; elle jeta l'ancre à Owhyhée, la plus considé-

rable des îles Sandwich, le 8 août; le 16, elle visita Mowi; le 26, elle aborda à Woahou, et quitta définitivement cet archipel le 30 août pour le port Jackson, où l'on devait radouber le bâtiment et faire les observations ordinaires relatives à la pesanteur et au magnétisme. L'expédition partit, le 25 décembre 1819, de la Nouvelle-Galles du sud pour la Terre-de-Feu; mais à peine avait-on jeté l'ancre dans la baie du Bon-Succès le 7 février 1820, qu'un ouragan furieux força de couper subitement le câble et de se laisser aller à sec de voiles pendant deux jours consécutifs. Lorsque la tempête fut apaisée, il restait à choisir, vu l'importance des observations du pendule dans les hautes latitudes australes, entre le retour à la Terre-de-Feu, dont on était déjà assez éloigné, et une relâche aux îles Malouines : c'est ce dernier parti qu'adopta M. Freycinet. L'Académie a entendu de la bouche de cet habile officier tous les détails relatifs au naufrage de l'Uranie qui eut lieu dans la baie Française, le 13 février 1820, et au séjour de l'équipage sur cette terre déserte : il nous suffira conséquemment de dire que l'expédition quitta les Malouines le 27 avril 1820, sur un bâtiment américain que le hasard avait amené dans ces parages et dont M. Freycinet fit l'acquisition; qu'elle relâcha d'abord à Monte-Video; que, le 7 avril, après un séjour d'un mois dans la rivière de la Plata, la *Physicienne*, c'était le nom qu'on avait donné au nouveau bâtiment, fit voile pour Rio-Janeiro, et qu'elle y aborda le 19. Pendant un séjour de trois mois, nos navigateurs répétèrent à Rio les observations de divers genres qu'ils y avaient faites dans leur premier passage. Enfin, le 13 septembre 1820, la Physicienne quitta le Brésil;

le mauvais temps la força, le 10 novembre, de relâcher à Cherbourg ; le 12, elle quitta ce port, et arriva, le 13, au Hâvre, où elle a été désarmée. La durée du voyage a donc été de *trois ans* et près de *deux mois ;* la longueur totale de la route que l'expédition a parcourue se monte à environ 23600 lieues, de 25 au degré.

Observations du Pendule.

La figure de la terre peut également se déduire de la comparaison du nombre d'oscillations que fait en vingt-quatre heures un même pendule de longueur invariable dans des lieux situés sous diverses latitudes ; et de la comparaison des longueurs différentes que doit avoir un pendule simple pour exécuter dans tous ces lieux le même nombre d'oscillations en un temps donné. Ces méthodes exigent, l'une et l'autre, qu'on détermine dans chaque station quel nombre d'oscillations y fait, en un jour moyen ou sidéral, le pendule dont on se sert : elles diffèrent seulement en ce point, que, dans la première, il est indispensable que l'appareil oscillant n'éprouve jamais d'altération ni dans sa forme, ni dans ses dimensions, tandis que, lorsqu'on suit la seconde, cette invariabilité n'est pas nécessaire, puisqu'on mesure la longueur après chaque observation. Cette dernière partie de l'expérience est fort délicate, et exige un établissement particulier qu'on se serait difficilement procuré sur les côtes désertes où M. Freycinet devait aborder. Tel est le motif qui détermina ce navigateur à se borner à l'emploi du pendule invariable ; on décida toutefois que l'ex-

pédition emporterait deux de ces instrumens, et que leur construction serait confiée à M. Fortin.

Chacun des deux pendules que fournit d'abord cet habile artiste est formé d'un cylindre de cuivre au bout duquel est une lentille lourde du même métal, qui fait corps avec lui, puisque le cylindre et la lentille ont été fondus d'un seul coup; à l'autre extrémité du cylindre est invariablement attaché le couteau affilé d'acier destiné à supporter le pendule : pendant les expériences, le couteau repose sur un plan d'agate parfaitement dressé.

La forme et le diamètre qu'on avait donnés aux tiges de ces deux pendules; les soins apportés dans la construction des caisses et dans l'emballage, permettaient d'espérer qu'ils n'éprouveraient, durant le voyage, aucune flexion appréciable. Peut-être pouvait-on craindre que la grosseur du cylindre ne rendît un peu délicate l'évaluation de sa température; quoiqu'une telle cause d'erreur soit dans la classe de celles dont un observateur attentif peut aisément apprécier l'influence, puisqu'il est le maître de la renfermer entre des limites très-resserrées; ce soupçon, néanmoins, s'était à peine présenté, qu'on ordonna la construction d'un nouveau pendule invariable à tige plate; notre confrère M. Bréguet, qui déjà avait gratuitement confié un de ses chronomètres à M. Freycinet, voulut y joindre encore un pendule particulier, exécuté sous sa direction et à ses frais, d'où il est résulté que nos voyageurs ont eu à leur disposition quatre pendules invariables, savoir : deux pendules de cuivre à tige cylindrique, qui ont toujours été désignés dans les regîtres par les n°s 1 et 3; un pendule du même métal, mais à tige plate, construit aussi par Fortin : il

porte le n° 2 ; enfin, le pendule n° 4 de M. Bréguet, qui a une tige en bois verni, une lentille plate et très-lourde en cuivre, et un couteau d'un alliage particulier fort dur et peu susceptible d'oxidation.

Avant le départ de l'expédition, ces quatre instrumens avaient été observés à Paris, en 1817, par MM. Freycinet, Lamarche, Mathieu et l'un de nous (M. Arago). On s'était ainsi procuré un terme de comparaison pour toutes les observations analogues qui devaient être faites dans les deux hémisphères ; et, ce qui n'était pas moins indispensable, le moyen de reconnaître, au retour, si, durant le voyage, les tiges ou les couteaux avaient éprouvé des altérations appréciables. Tel est effectivement l'objet des observations que fait maintenant, à Paris, M. Freycinet, et dont il ne tardera pas, sans doute, à rendre compte à l'Académie.

Il serait aussi long qu'inutile de décrire ici la marche qu'on a suivie dans ces premières expériences, et à laquelle M. Freycinet s'est conformé dans tous les lieux de relâche ; il nous suffira de dire qu'on ne pouvait pas adopter la méthode des coïncidences dont Borda et tant d'autres observateurs après lui ont tiré un si heureux parti, puisque nos navigateurs n'emportaient pas d'horloge ; et d'ajouter qu'en admettant la bonté du chronomètre, le nouveau procédé, comme l'expérience l'a prouvé, le cède à peine à l'ancien en exactitude. Il eût été facile, à Paris, de découvrir les plus petites irrégularités dans la marche de la montre, par les comparaisons répétées qu'on en faisait avec la pendule sidérale de l'Observatoire : un tel moyen de vérification devant manquer par-tout ailleurs, M. Freycinet s'est astreint

à comparer sept à huit fois par jour le chronomètre n° 72, qui, dès l'origine, avait été destiné aux observations du pendule, à trois autres chronomètres de Louis Berthoud et à celui de M. Bréguet : on serait dès-lors en mesure de tirer parti des observations, quand même la marche du garde-temps n° 72 aurait été quelquefois un peu irrégulière.

Pour s'assurer que le trépied en fer qu'emportait M. Freycinet, et sur lequel devait reposer l'appareil durant l'expérience, avait toute la solidité convenable, on suspendit successivement un des pendules à ce trépied et à un support épais en fer forgé, fixé sur deux fortes traverses du même métal scellées avec soin dans un des murs de l'Observatoire, et fortifiées encore par deux arcs-boutans. Le nombre d'oscillations du pendule en vingt-quatre heures était exactement le même dans les deux cas. Ceux qui ont été témoins des curieuses expériences faites récemment par notre confrère M. Bréguet, sur les influences que deux horloges appuyées au même mur exercent l'une sur l'autre, ne considéreront pas la vérification dont nous venons de parler comme superflue.

Les angles horaires destinés à régler la marche du chronomètre n° 72 ont été pris quelquefois avec des instrumens à réflexion, le plus souvent à l'aide d'un cercle répétiteur astronomique; nous ajouterons enfin que par-tout on a déterminé la température avec les mêmes thermomètres, et qu'il ne pourra y avoir conséquemment aucune incertitude sur les corrections qui en dépendent, puisqu'avant le départ on avait soigneuse-

ment comparé ces instrumens avec ceux de l'Observatoire de Paris.

Rio-Janeiro est le premier lieu de relâche où le capitaine Freycinet ait séjourné assez long-temps pour établir les appareils du pendule. En janvier 1818, il observa dans cette ville le pendule n° 1 à tige cylindrique de cuivre, et le pendule n° 2 à tige plate; à son second passage à Rio, en août 1820, il y a fait successivement osciller les quatre pendules.

Au cap de Bonne-Espérance, où Lacaille avait déjà mesuré le pendule absolu en 1752, M. de Freycinet a déterminé le nombre d'oscillations de ses quatre pendules invariables. Le calcul que l'un de nous a fait de ces observations nous permet d'annoncer qu'elles ne confirment pas la conséquence qu'on avait déduite des opérations de Lacaille sur la dissemblance des deux hémisphères.

Les observations des trois pendules en cuivre qui ont été faites à l'Ile-de-France, et surtout celles du port Jackson, fourniront aussi sur cette question des données précieuses. Ces dernières, comparées aux observations faites au Cap, presque sous la même latitude, mais à 134° de différence en longitude, nous apprendront, autant du moins que ce genre d'observations le comporte, si, dans l'hémisphère austral, les parallèles ont un aplatissement sensible.

Les opérations de M. Freycinet auraient été imparfaites s'il n'avait pas déterminé sous l'équateur même, ou du moins très-près de cette ligne, le nombre d'oscillations de ses pendules. C'est à Rawak, petite île dépendante de la Nouvelle-Guinée, et située par 1′ ½ seulement de latitude sud, qu'ont été faites les observations des

quatre pendules invariables auxquelles toutes les observations analogues devront être comparées lorsqu'on voudra calculer la valeur de l'aplatissement des deux hémisphères.

Cet aplatissement, soit qu'on le tire des longueurs différentes du pendule absolu, soit qu'on le déduise du nombre d'oscillations qu'exécute en vingt-quatre heures un même pendule de longueur invariable dans divers lieux, est déterminé avec d'autant plus de précision que ces lieux sont plus éloignés en latitude. On devine, d'après cela, tout le prix qu'auraient eu, dans cette recherche, des observations faites au cap Horn, dont la latitude australe est de 55°.59′. Malheureusement, comme on a vu, une violente tempête ne permit pas à l'expédition d'y séjourner; les observations des Malouines auraient pu remplacer celles du cap Horn; mais devait-on espérer qu'à la suite d'un naufrage, jetés sur une île entièrement déserte, forcés de pourvoir par la chasse à la nourriture de cent vingt personnes, occupés de préparer en toute hâte la chaloupe sur laquelle devaient s'embarquer ceux qui, malgré tous les hasards de l'entreprise, s'étaient présentés en foule pour aller en Amérique réclamer de prompts secours, nos navigateurs auraient assez de temps et de tranquillité d'esprit pour compter minutieusement, durant des journées entières, les oscillations de leurs pendules? Nous ajouterons d'ailleurs que, pendant le séjour de l'expédition dans la baie Française, on n'obtint que de loin à loin les angles horaires destinés à régler la marche des montres, le soleil ayant été presque continuellement caché par d'épais brouillards le matin et le soir. Dans une telle réunion de circonstances, faudra-t-il

beaucoup compter sur les résultats de l'unique série d'observations du pendule que M. Freycinet nous rapporte des Malouines ?

Durant sa longue navigation, l'Uranie s'est presque constamment maintenue au sud de l'équateur; ses seules relâches dans notre hémisphère ont été celles des Mariannes et des îles Sandwich. A Guham, la principale des Mariannes, M. Freycinet a observé les quatre pendules ; à Mowi, le pendule n° 1 seulement.

Il nous reste, pour terminer cet article du rapport, à faire connaître les officiers qui ont participé aux observations du pendule : M. Freycinet a constamment dirigé en personne le travail, et s'est aussi toujours chargé lui-même de placer et de rectifier les appareils. Nous avons, en outre, remarqué avec plaisir, puisque c'est une garantie de leur exactitude, qu'il n'y a pas eu, dans tout le voyage, une seule série d'observations de ce genre à laquelle il n'ait pris la plus grande part. Nous citerons ensuite M. Lamarche, commandant en second et officier d'un rare mérite; M. Duperrey, dont le nom figurera honorablement dans plusieurs autres paragraphes de ce rapport; M. Fabré, élève de la marine de première classe; M. Labiche, que nous devrions peut-être nous abstenir de nommer pour ne pas réveiller les regrets que sa mort prématurée a inspirés à tous ses compagnons ; M. Bérard, frère de l'habile chimiste que l'Académie a couronné pour la seconde fois dans sa dernière séance publique; M. Guérin, élève de la marine; M. Laborde, le premier officier qui ait succombé aux fatigues de la campagne ; M. Pellion, qui a enrichi le porte-feuille de l'expédition d'un grand nombre de jolis

dessins; et MM. les Elèves de première classe, Railliard, Ferrand et du Baut.

Magnétisme.

Après les observations relatives à la détermination de la figure du globe, rien ne pouvait intéresser davantage les physiciens que la recherche des lois des phénomènes magnétiques : malheureusement cette question paraît être extrêmement compliquée.

On sait, sans qu'on en connaisse la cause, que la déclinaison et l'inclinaison de l'aiguille aimantée éprouvent, dans chaque lieu de la terre, des altérations annuelles très-sensibles, et dont l'étude est d'autant plus importante qu'il serait impossible sans cela de réduire à une époque commune et de rendre comparables les mesures faites dans différentes années : les nombreuses observations recueillies par l'expédition fourniront aux géomètres qui s'occuperont de ces recherches des données très-précieuses.

Il sera bon, toutefois, d'établir ici deux classes distinctes dans le travail de M. Freycinet : la première renfermera les observations des lieux de relâche; dans la seconde seront comprises les observations faites à la voile.

Les premières, et surtout les mesures très-délicates d'inclinaison, nous paraissent pouvoir être placées sur la ligne de tout ce qui a été publié de plus parfait, non-seulement par les navigateurs, mais encore par les physiciens sédentaires qui ont pu choisir le temps et les circonstances les plus favorables à leurs observations. Nous transcrirons ici, comme preuve de cette assertion, les

inclinaisons mesurées à la petite île de Rawak, avec cinq aiguilles différentes : on verra que les discordances extrêmes s'élèvent à peine à 7′

Aiguille n° 1 de Lenoir, inclinaison = 14°. 23′;
Aiguille n° 0 de Lenoir, inclinaison = 14°. 30;
Aiguille n° 3 de Bréguet, inclinaison = 14°. 29′;
Aiguille n° 2 de Bréguet, inclinaison = 14°. 26′;
Aiguille de Richer, inclinaison = 14°. 29′.

Nos navigateurs ont mesuré à terre les déclinaisons de l'aiguille aimantée, avec de bons instrumens et d'après les meilleures méthodes. Les observations azimuthales, destinées à faire connaître le gisement de la mire, ont été faites sur plusieurs points avec le théodolite, dans d'autres avec les cercles répétiteurs astronomiques ou à réflexion ; quelquefois par le concours de ces trois méthodes à la fois. A Rawak, par exemple, on ne trouve pas moins de quarante-quatre séries distinctes d'observations azimuthales.

Malgré tous ces soins, les déclinaisons pourraient être affectées d'une erreur constante dépendante du défaut de parallélisme entre l'axe optique de la lunette et la ligne marquée *nord-sud* sur le cercle gradué. M. Freycinet, qui, pendant le voyage, et par un oubli de l'artiste, n'avait pour cet objet aucun moyen de rectification, a fait, depuis son retour, conjointement avec l'un de nous, les vérifications nécessaires : il en est résulté que toutes les déclinaisons déterminées à terre ont besoin d'une petite correction de 7′.

Les observations relatives à l'intensité des forces magnétiques ont été faites pendant chaque relâche avec plu-

sieurs aiguilles. Avant d'annoncer à l'Académie ce qu'on devait attendre de cette partie du travail de M. Freycinet, il nous a paru indispensable de comparer la charge de magnétisme que conservent les aiguilles horizontales qui ont été le plus souvent et le plus longuement observées, à celle qu'on leur avait communiquée il y a quatre ans, au départ de l'expédition. Voici quels ont été les résultats :

Une aiguille, qui avait appartenu à M. Coulomb, faisait, dans le jardin de l'Observatoire, en 1817, avant le départ de M. Freycinet, 100 oscillations en 16′ 53″ ; elle en fait maintenant 3 de moins dans le même temps.

Une seconde aiguille d'acier, construite par M. Fortin, employait, il y a quatre ans, 17′ 3″ à faire 100 oscillations ; elle n'en fait maintenant dans le même temps que 98 ; la perte de magnétisme a donc été assez légère sur ces deux aiguilles, pour qu'on puisse espérer de calculer avec une exactitude suffisante les corrections qu'il faudra appliquer aux diverses observations d'intensité.

Ces observations d'inclinaison et d'intensité à terre appartiennent presque toutes à M. Freycinet lui-même. Les officiers qui ont été le plus fréquemment associés à son travail sont : MM. Lamarche, Duperrey, Labiche, Bérard, Pellion et Fabré.

M. John Macdonald avait fait insérer, il y a quelques années, dans les *Transactions philosophiques,* deux séries d'observations de variations diurnes de l'aiguille aimantée faites, en 1794, 1795 et 1796, au fort Marlborough de Sumatra et à Sainte-Hélène. Il ne paraît pas que, depuis cette époque, les navigateurs qui ont parcouru les régions équinoxiales aient donné aucune attention à ce phéno-

mène si singulier. Les observations de ce genre que M. Freycinet nous rapporte seront conséquemment pour la science une très-précieuse acquisition.

Le travail de M. Macdonald conduisait à deux conséquences importantes : l'une, que tous les physiciens paraissent avoir adoptée, est que les variations diurnes entre les tropiques ont sensiblement moins d'étendue qu'en Europe ; l'autre, à laquelle on a fait moins d'attention, est qu'aux mêmes heures où, dans nos climats, l'extrémité nord de l'aiguille marche à l'ouest, le mouvement, au fort Marlborough et à Sainte-Hélène, qui sont situés au sud de l'équateur, s'exécute en sens contraire, ou vers l'est.

M. Magdonald n'a tiré de sa remarque aucune conclusion générale; il suppose même que le sens des variations diurnes est lié à celui des déclinaisons, puisqu'il se hasarde à prédire que dans l'Inde, par exemple, si la déclinaison absolue est orientale, l'aiguille, du matin au soir, marchera dans un certain sens ; et qu'aux mêmes heures on apercevra un mouvement directement contraire, si la déclinaison absolue est occidentale. Les observations de M. Freycinet ne paraissent pas devoir confirmer ces conjectures.

Nous avons trouvé, en effet, dans les regîtres de l'expédition, six séries d'observations de variations diurnes; elles ont été faites à l'Ile-de-France, à Timor, à Rawak, à Guham, à Mowi et au port Jackson. Aux îles Mariannes et aux îles Sandwich, situées dans l'hémisphère boréal, la pointe nord de l'aiguille marche vers l'ouest, comme en Europe, depuis huit heures du matin jusqu'à une heure après midi, quoique la déclinaison absolue de

la boussole y soit orientale ; aux stations de Timor, de Rawak et du port Jackson, situées au sud de l'équateur, la pointe nord de l'aiguille marchait, pendant toute la matinée, en sens opposé, ou vers l'est : remarquons qu'à Timor l'aiguille décline vers l'ouest, tandis qu'à Rawak et au port Jackson, au contraire, sa déviation relativement au méridien est orientale.

On voit donc que les observations faites au nord de la ligne concordent avec celles d'Europe, et que celles de l'hémisphère austral présentent, comme les observations déjà citées de Macdonald, un mouvement diamétralement opposé. L'Ile-de-France ferait seule exception à cette règle ; mais, pour que l'anomalie disparaisse, il suffit d'admettre que la note qui accompagne les observations se rapporte non à la position directe de la mire, mais à la position renversée, telle que l'apercevait l'observateur en voyant au travers de la lunette magnétique : cette explication est d'autant plus naturelle que la forme de la mire à l'Ile-de-France rendait la méprise très-facile. Quoi qu'il en soit, tout doute disparaîtra à ce sujet par la comparaison qu'on pourra faire des observations qu'envoie M. Lislet-Geoffroi, ancien correspondant de l'Académie des Sciences, avec celles de l'expédition.

Un fait que le voyage de M. Freycinet aura mis hors de toute contestation, est le peu d'étendue des oscillations diurnes entre les tropiques. Ceci découlait déjà du travail de M. Macdonald ; mais comme l'aiguille dont cet officier se servait était supportée par une pointe, on pouvait craindre qu'un défaut de mobilité n'eût été, en partie, la cause de la petitesse de ses résultats : à quoi on doit ajouter que le magnétisme, comme on en a des

exemples, est quelquefois distribué le long d'une aiguille d'acier, de manière à la rendre presque tout-à-fait insensible aux oscillations diurnes. Ces doutes ne s'appliquent point aux observations de nos navigateurs : leur aiguille était supportée par une soie détordue à la manière de Coulomb, et quoique durant le voyage elle soit restée constamment dans le même état, elle a néanmoins donné, dans diverses stations, des variations journalières fort inégales. A Timor, en effet, ces variations étaient de 6′,5 ; à Rawak, elles avaient déjà éprouvé un grand affaiblissement et atteignaient à peine 3′ ; aux Mariannes, on trouve seulement $\frac{1}{3}$ de minute de plus qu'à Rawak ; mais aux îles Sandwich et au port Jackson, la même aiguille parcourait, du matin au soir, un arc de 9′.

Si la variation diurne du matin est occidentale au nord de l'équateur et orientale au midi de ce plan, sur l'équateur même, elle devrait être nulle. Nous venons de voir cependant qu'à Rawak, dont la latitude sud est à peine de $\frac{1}{40}$me de degré, l'aiguille oscille tous les jours dans un arc de 3′ : ce résultat semblerait indiquer, surtout quand on le compare à la valeur de l'oscillation diurne aux Mariannes, que ce n'est point l'équateur terrestre, mais bien l'équateur magnétique qui sépare la zone des variations occidentales de la zone des variations contraires ; il résulterait de là, comme on voit, un moyen nouveau et très-facile de déterminer quelques points de l'équateur magnétique ; des observations faites entre cet équateur et la ligne équinoxiale, à Fernambouc, par exemple, au cap Comorin, au sud de Ceylan, dans la partie nord de Sumatra et de Bornéo, aux îles Pelew, etc., offriraient donc maintenant un grand intérêt.

Nous espérons que l'Académie voudra bien nous pardonner les détails dans lesquels nous sommes entrés sur cette partie des travaux de M. Freycinet ; les bonnes observations ne contribuent pas seulement aux progrès de la science par les questions qu'elles résolvent, mais aussi par celles dont elles font naître l'idée.

L'expédition aurait répondu fort imparfaitement à l'attente du Gouvernement et de l'Académie, si elle n'avait rapporté en observations magnétiques que celles qui ont été faites pendant les relâches. Les courbes le long desquelles les déclinaisons ont les mêmes valeurs ; les courbes d'égale inclinaison et d'égale intensité ont, sur le globe, des formes tellement singulières, qu'il est à peine permis d'en déterminer quelques points par interpolation : multiplier beaucoup les observations est donc le seul moyen d'arriver sur cet objet à des résultats certains.

Les journaux de l'expédition renferment, pour chaque jour où le soleil s'est montré, et cela depuis le départ de Toulon jusqu'à l'arrivée au Hâvre, un grand nombre de déterminations de la déclinaison. Les observations d'inclinaison à la mer ont commencé plus tard, et datent seulement de la relâche à Timor ; mais aussi, à partir de cette époque et jusqu'à la seconde relâche à Rio-Janeiro, c'est-à-dire, pendant près de deux ans, elles ont été journellement suivies avec un zèle et une persévérance qui ne se sont jamais démentis. Un exemple pris au hasard sur les regîtres nous a offert cinquante mesures d'inclinaison, faites en un seul jour, avant et après le renversement des pôles de l'aiguille.

Les mesures d'inclinaison que nous rapporte M. Freycinet constatent parfaitement la singulière inflexion de l'équateur magnétique dans la mer du Sud, qui se déduisait des observations de Cook; la discussion détaillée de tous les résultats fera voir si cette inflexion a toujours la même étendue, et si elle a changé de longitude.

L'inexactitude des mesures d'inclinaison et de déclinaison faites à la mer ne dépend pas seulement du défaut de stabilité du navire; les masses de fer employées dans sa construction, les canons, les ancres, le lest, etc. ont sur ces résultats une influence particulière dont les lois ne sont pas encore parfaitement connues, malgré les essais nombreux et variés qui ont été faits récemment par plusieurs physiciens et navigateurs. On a toutefois assujetti à des formules empiriques assez approchées les variations de déclinaison et d'inclinaison qui résultent de ces attractions locales dans divers azimuths de la quille relativement au méridien magnétique, et même les changemens qui dépendent de la position du navire sur le globe. Quant aux variations absolues, elles exigent pour chaque bâtiment, et même après chaque changement dans l'arrimage, une série d'expériences destinées à faire connaître les constantes des formules. Nous avons remarqué avec plaisir qu'on trouvera, dans les essais faits sur divers points par M. Freycinet, tous les moyens possibles de rectification.

C'est à M. Lamarche que le capitaine Freycinet avait confié la direction des observations magnétiques à faire en pleine mer; aussi est-il de tous les officiers de l'expédition celui à qui nous en devons le plus grand nombre. M. Freycinet, quand ses autres occupations le lui ont

permis, a pris lui-même, très-fréquemment, une part directe aux mesures d'inclinaison et d'intensité. Les observateurs dont nous avons ensuite rencontré le plus fréquemment les noms dans les regîtres, sont : MM. Bérard, Railliard, Guérin, Fabré et Dubaut.

Géographie.

Les déterminations des longitudes par un seul chronomètre ne peuvent guère, en général, contribuer maintenant aux progrès de la géographie. Les changemens brusques qu'éprouve quelquefois durant plusieurs jours le meilleur de ces instrumens, sont d'autant plus à craindre que s'ils arrivent en pleine mer, et si la marche reprend ensuite à terre son ancienne valeur, l'observateur peut complètement ignorer que des irrégularités aient eu lieu. Un moyen se présente de sortir de ce doute : c'est de ne compter sur les longitudes fournies par le transport de l'heure qu'autant que plusieurs montres marines différentes donnent le même résultat.

Il n'est pas tout-à-fait sans exemple que trois ou quatre de ces montres, placées sur le même bâtiment, se soient simultanément dérangées dans le même sens, et à-peu-près de la même quantité ; mais ce cas est assez rare pour qu'en général on doive accorder quelque confiance aux déterminations qui se confirment ainsi mutuellement.

Nous avons déjà dit que M. Freycinet avait emporté cinq chronomètres. Ces instrumens ont été journellement comparés entre eux, durant tout le voyage, après les séries d'angles horaires : les longitudes des côtes

où l'expédition a abordé, ou en vue desquelles elle a passé, pourront donc se déduire de chaque chronomètre séparément. Nous avons pensé devoir examiner les résultats de cette méthode relativement à Rio-Janeiro, dont la position a été récemment le sujet de quelques contestations entre les géographes, et nous sommes partis, pour cela, de la supposition que Santa-Cruz de Ténériffe est sous les 18° 36′ 0″ de longitude occidentale. La comparaison que nous avons faite de la marche diurne des montres à Sainte-Croix et à Rio nous a d'abord appris que les nos 144 et 150 de Berthoud avaient trop varié pendant la traversée pour être employés dans cette recherche; les autres montres, au contraire, marchaient au Brésil à fort peu près comme à Ténériffe. Voici les trois longitudes qu'elles donnent pour le château de Rio :

Le n° 72 de Berthoud..... 45°.36′.38″;
Le n° 158 du même artiste. 45°.35′.49″;
Et le n° 2868 de M. Bréguet. 45°.44′.10″.

La moyenne, ou 45° 38′ 52″, ne diffère pas d'une minute de degré du résultat inséré dans les anciennes *Connaissances des Temps*. Ces mêmes montres indiquent l'erreur considérable de 36′ $\frac{1}{2}$ en moins sur la longitude qu'un voyageur moderne a fait adopter pour le cap Frio. La détermination obtenue par M. le baron Roussin, dans sa dernière campagne hydrographique, est de 2′ seulement plus petite que celle du capitaine Freycinet.

Les bornes dans lesquelles il est nécessaire de circonscrire ce rapport ne nous permettront pas de donner de plus grands détails sur les déterminations chronométriques des longitudes. Il nous a semblé toutefois que

nous devions mettre sous les yeux de l'Académie un aperçu des observations faites à terre avec les cercles répétiteurs astronomiques et à réflexions, parce que de telles observations promettent une grande exactitude; on y verra d'ailleurs une nouvelle preuve du zèle dont tous les officiers de l'expédition étaient animés, même pour les objets qui occupaient dans le voyage une place secondaire.

En suivant l'ordre des relâches, nous trouvons d'abord dix-sept séries de distances du soleil à la lune, qui fourniront une nouvelle détermination de la longitude de Rio-Janeiro, et six séries de hauteurs circumméridiennes du soleil pour la latitude. Nous ne parlerons ici ni des observations du Cap ni de celles de l'Ile-de-France, la position de ces deux points étant bien connue depuis longtemps. La longitude de la baie des Chiens-Marins pourra se calculer, indépendamment du transport du temps, par vingt-quatre séries de distances du soleil à la lune; on n'a pu obtenir à terre, dans cette baie, que deux séries de hauteurs du soleil; mais les journaux renferment un grand nombre d'observations faites sur le bâtiment à l'ancre, et qui compléteraient, s'il était nécessaire, la détermination de la latitude.

La position de la ville d'Agagna, aux Mariannes, a été déterminée par vingt-trois séries de hauteurs circumméridiennes d'étoiles, et par vingt-deux séries de distances; la latitude du fort Santa-Cruz dans le port Saint-Louis, se déduira de neuf séries de hauteurs circumméridiennes d'étoiles; celle de l'île aux Chèvres de deux séries du soleil.

A Owhyhée, la seule des îles Sandwich où M. Frey-

cinet ait séjourné assez long-temps pour s'y livrer à des observations astronomiques, nous trouvons trois séries de hauteurs du soleil pour la latitude, et cinquante-six séries de distances de cet astre à la lune.

Au port Jackson, dans la Nouvelle-Hollande, nos navigateurs ont déterminé la hauteur du pole austral par dix étoiles différentes, et la longitude par dix séries de distances de la lune au soleil.

La position de la baie française, aux Malouines, résultera de douze séries de hauteurs circumméridiennes du soleil, et de cinq séries de distances.

Enfin, Monte-Video, à l'embouchure du Rio-de-la-Plata, a été déterminé par dix-neuf séries de distances lunaires et par onze séries de hauteurs méridiennes du soleil.

Les observateurs qui ont pris part au travail dont nous venons, pour ainsi dire, de présenter le catalogue, sous l'inspection immédiate du capitaine Freycinet, sont: MM. Duperrey, Railliard, Bérard, Fabré, Pellion, Dubaut, Guérin, Lamarche, Labiche et Ferrand. On remarquera ici, comme on a déjà pu le faire précédemment, que l'ordre dans lequel les noms sont placés n'indique pas celui des grades, et qu'il a été uniquement déterminé par une participation plus ou moins fréquente au genre particulier d'observations dont il est question dans chaque paragraphe du rapport.

Hydrographie.

M. Freycinet et les officiers qui ont servi sous ses ordres, se sont livrés avec le plus grand zèle, durant la campagne de l'Uranie, aux observations hydrographi-

ques ; leurs opérations compléteront nos connaissances sur plusieurs groupes d'îles du grand Océan, dont, malgré leur importance, il paraît que jusqu'à présent on ne s'était pas suffisamment occupé.

Les travaux de ce genre ont commencé sur la côte occidentale de la Nouvelle-Hollande, par la baie des Chiens-Marins, dont on a complété la reconnaissance que M. Freycinet avait faite lui-même pendant le voyage de Baudin. Ce travail a donné lieu à la découverte d'un banc de sable : son gisement a été déterminé avec précision. La connaissance de ce danger sera fort importante pour la sûreté des bâtimens qui fréquentent la baie.

Dans la traversée de l'Uranie de la Nouvelle-Hollande à Waigiou, plusieurs parties de la côte de Timor et de quelques petites îles environnantes ont été relevées avec soin.

En passant entre l'île Bourou et les îles d'Amboine et de Céram, M. Freycinet a eu l'occasion de reconnaître l'exactitude de la carte de ce détroit, levée pendant le voyage du contre-amiral d'Entrecasteaux ; quelques détails, dont cet officier n'avait pas eu connaissance, ont été explorés par les géographes de l'Uranie. En suivant toujours la même route, M. Freycinet a eu l'occasion de déterminer les îles situées au sud de Gilolo, et d'examiner, au nord de l'île Rouib, un archipel très-dangereux qu'aucun navigateur n'avait encore visité. Parvenu à Waigiou, M. Freycinet a fait lever les portions de la côte nord de cette île que le contre-amiral d'Entrecasteaux n'avait pu voir qu'en passant ; ses travaux fourniront aussi des cartes détaillées de Manouaran, de Rawak et de quelques portions des îles Ayou.

C'est, toutefois, aux îles Mariannes, l'un des principaux points de relâche, qu'a été exécuté le travail hydrographique le plus complet de la campagne. L'île de Guham, par exemple, qui en est le chef-lieu, a été visitée avec le plus grand détail dans tout son contour, par des canots : il en est de même de l'île Rota et d'une partie considérable de Tinian. Lorsqu'on réunit les travaux de Lapeyrouse à ceux des officiers de l'Uranie, il ne reste que l'îlot le plus septentrional qui n'ait pas été déterminé de position par des navigateurs français : or, comme cet îlot a été visité par Malespina, il en résulte que nous possédons maintenant tous les élémens d'une excellente carte de l'important archipel des Mariannes.

Les opérations hydrographiques de l'expédition dans l'archipel des îles Sandwich nous auront procuré les cartes de plusieurs parties de côtes assez étendues, ainsi que les plans de différens ports et mouillages.

Dans la traversée des îles Sandwich au port Jackson, M. Freycinet a découvert, à l'est de l'archipel des Navigateurs, une petite île qui a reçu le nom d'*île Rose* : la position de plusieurs îles peu étendues et très-éloignées des grandes masses de terre a été déterminée pendant le même voyage. Ces îles seront désormais des points de reconnaissance où des vaisseaux, ayant à traverser le grand Océan, pourront aller, comme par échelons, vérifier leurs longitudes.

En revenant de la Nouvelle-Hollande dans l'océan Atlantique méridional, par le sud de la Nouvelle-Zélande, M. Freycinet a vérifié d'abord la position de l'île Campbell, et ensuite celle de plusieurs petites îles situées à

l'extrémité australe du nouveau continent, telles que Saint-Ildefonse, Diego-Ramirez, Barnavelt, Evouts, etc. L'atlas renferme aussi les cartes de plusieurs portions de côtes de la Terre-de-Feu.

Le fâcheux événement qui, aux Malouines, mit fin à la navigation de la corvette l'Uranie, n'interrompit point les travaux hydrographiques de l'expédition : ces travaux nous auront procuré des cartes de la côte nord et de la côte nord-est de la plus orientale des Malouines, ainsi que les plans de trois ports qui y sont situés.

Tel est l'exposé sommaire des immenses opérations hydrographiques qui ont été faites pendant la campagne de l'Uranie. La plupart des dessins sont déjà terminés ; nous les avons eu sous les yeux, ainsi que les cahiers des données qui leur ont servi de base : tout nous autorise à penser que ce travail, dont la publication exigera trente ou trente-quatre planches, pourra être mis en parallèle avec les meilleurs ouvrages de ce genre.

Nous ne devons pas oublier de faire remarquer, en terminant cet article, que la presque totalité du beau travail hydrographique dont nous venons d'entretenir l'Académie, a été faite par M. Duperrey. Sur quelques points, cet habile officier a été secondé par MM. Labiche et Bérard : ce dernier, enfin, a aussi levé, de son côté, aux Mariannes, par exemple, plusieurs plans particuliers.

Météorologie.

On ne peut guère espérer, dans nos climats, d'arriver à quelque résultat général sur l'ensemble des phéno-

mènes météorologiques qu'à l'aide des moyennes convenablement combinées d'une longue suite d'observations. A l'équateur, au contraire, les perturbations sont si rares et si faibles, qu'il suffit presque d'une semaine, non-seulement pour apercevoir, mais encore pour mesurer les effets des causes constantes ; en deux fois vingt-quatre heures, par exemple, on reconnaît la période diurne barométrique, et cinq ou six jours, pris au hasard, en font apprécier l'étendue. A Paris, les moyennes d'un mois ne rendent pas toujours cette période manifeste, et il est très-douteux que les effets fortuits des causes accidentelles se soient complètement balancés dans les moyennes de deux ou trois années d'observations. On pouvait donc espérer que les séjours de peu de durée que M. Freycinet devait faire dans chacun de ses points de relâche, seraient cependant suffisans pour résoudre plusieurs importantes questions relatives à la météorologie des régions équinoxiales.

Nos connaissances sur cet objet se sont considérablement accrues depuis quelques années ; et on le doit, en grande partie, aux travaux de deux membres de cette Académie. Il restait toutefois à déterminer, par des mesures précises, si dans la période diurne barométrique dont nous parlions tout-à-l'heure, les heures des maxima et des minima, entre les tropiques, sont les mêmes en toute saison et dans tous les lieux ; on pouvait encore se demander si l'oscillation du mercure dans le tube du baromètre a par-tout la même étendue, et, dans ce cas, quelle en est exactement la valeur. Plusieurs physiciens ont supposé que la pression moyenne de l'atmosphère est sensiblement moindre à l'équateur que dans nos cli-

mats. On peut d'abord s'étonner que cette opinion puisse faire encore l'objet d'un doute : mais si l'on remarque combien les baromètres se dérangent facilement ; combien il est rare d'en trouver deux qui présentent un accord parfait, soit à raison de la position défectueuse des zéros des échelles, soit à cause que les artistes ne tiennent pas ordinairement compte des effets de la capillarité ; soit enfin, le plus souvent, parce que ces instrumens ne sont pas également bien purgés d'air, on concevra aisément que les occasions se soient rarement présentées de comparer les hauteurs moyennes du baromètre sous les tropiques et en Europe, de manière à ne pas craindre, par exemple, dans le résultat, une erreur d'un demi-millimètre.

Pour assurer que ces questions, et d'autres dont nous nous abstenons de faire ici l'énumération, trouveront des solutions complètes dans les observations que M. Freycinet nous rapporte, il faudrait les avoir entièrement discutées : toutefois l'examen qu'en a fait la Commission lui permet d'annoncer dès à présent qu'elles seront très-utiles à la science. Ce qui précède se rapporte aux observations faites à terre. Les journaux nautiques de l'expédition nous ont offert, pour toute la durée du voyage, des observations du thermomètre et de l'hygromètre faites d'heure en heure, tant de jour que de nuit ; des observations du baromètre à tous les intervalles de deux heures ; comme aussi douze observations journalières de la température de la mer correspondantes aux mêmes époques. Une telle masse d'observations serait, en toute circonstance, une importante acquisition ; mais nous pouvons ajouter que le travail de M. Freycinet

et de ses collaborateurs est au moins tout aussi remarquable par son exactitude que par son étendue.

Le Mémoire fort intéressant du Dr Marcet, qui a été inséré dans l'un des derniers volumes des *Transactions philosophiques*, tendrait à faire croire que la salure des eaux de l'Océan est plus considérable au sud de l'équateur que dans l'hémisphère boréal ; cette conséquence résulterait aussi des nombreuses observations faites par Bayly pendant le troisième voyage de Cook, tandis qu'on déduit tout le contraire des pesanteurs spécifiques déterminées par M. John Davy, dans sa traversée de Londres à Ceylan. La question avait donc besoin d'un nouvel examen ; M. Freycinet a remis, ces jours derniers, à l'un de vos commissaires, cinquante-cinq flacons d'eau de mer, recueillie dans différens parages au nord et au midi de l'équateur ; ces flacons sont encore parfaitement bien bouchés, et tout fait espérer qu'ils procureront à la science quelques déterminations nouvelles et intéressantes.

C'est peut-être ici le lieu de parler des effets de l'alambic que l'expédition avait emporté pour se procurer de l'eau douce par la distillation de l'eau de mer. M. Freycinet n'a eu besoin de cet appareil que sur la côte occidentale de la Nouvelle-Hollande, dans la baie des Chiens-Marins, où l'on ne trouve pas d'aiguade. La distillation a été faite en partie à bord, et en partie sur le rivage ; elle a duré neuf jours : chaque opération était de douze heures. L'équipage, composé de cent vingt hommes, n'a bu pendant un mois que de l'eau fournie par l'alambic : personne ne s'est plaint et n'a été incommodé. A la table du commandant, on en a bu pendant

trois mois consécutifs, sans le moindre inconvénient. M. Freycinet ajoute même qu'à Timor, il a préféré l'eau de mer distillée à celle qu'il avait prise à terre. On voit, d'après cette intéressante expérience, combien il serait à desirer que les physiciens et les constructeurs s'occupassent des meilleurs moyens d'installer des alambics à bord des bâtimens.

Histoire naturelle.

Zoologie.

Les détails dans lesquels nous allons maintenant entrer prouveront que le voyage du capitaine Freycinet, dont on a déjà pu apprécier l'importance sous les rapports de l'astronomie, de la haute physique et de la géographie, aura rendu aussi des services très-essentiels à l'histoire des animaux.

Le Muséum du Jardin du Roi n'a pas été enrichi seulement, par les soins de MM. Quoy et Gaimard, chirurgiens de l'expédition, d'un grand nombre d'objets très-rares qui manquaient jusqu'ici à ses collections ; ils nous ont procuré aussi des espèces entièrement nouvelles pour la science, et en nombre considérable. Le zèle de ces deux voyageurs mérite d'autant plus d'éloges, que, n'étant point naturalistes de profession, ils n'ont pu porter dans leurs recherches que cette instruction générale qui embrasse à la fois les différentes parties de la zoologie. Ils ont préparé eux-mêmes avec un zèle infatigable les animaux qu'ils ont recueillis; et conjointement avec M. Gaudichaud, pharmacien de l'Uranie, ils ont offert au Musée avec un

noble désintéressement, nombre d'objets curieux dont ils avaient fait l'acquisition pendant le voyage.

Malgré la perte de dix-huit caisses dans le naufrage de la corvette l'Uranie, les collections rapportées par l'expédition offrent encore, d'après le catalogue scientifique dressé par M. Valenciennes, aide-naturaliste au Muséum, 25 espèces de mammifères, 313 d'oiseaux, 45 de reptiles, 164 de poissons, et un grand nombre de mollusques, d'annélides, de polypes, etc.

Le nombre des squelettes s'élève à trente environ, parmi lesquels un homme de la race des Papous, un tamandua (*myrmecophaga tamandua*), une tête de tapir adulte, etc.

Ce serait dépasser les limites de ce rapport que d'énumérer toutes les espèces nouvelles et rares que nous devons à l'expédition de M. Freycinet. Il suffit de dire, en général, que les collections renferment quatre espèces nouvelles de grands mammifères, quarante-cinq d'oiseaux, parmi lesquels trois genres nouveaux, plus de trente reptiles, et peut-être cent vingt poissons. Ceux-ci, conservés dans l'alcool, sont d'autant plus précieux que presque tous ceux d'entre eux qui pouvaient être connus ne l'étaient que d'après des peaux mal conservées, ou d'après les dessins assez peu corrects de Commerson.

Parmi les mollusques et les polypes se trouve un grand nombre d'animaux qui habitent des coquilles, et que l'on n'avait pas eu encore l'occasion d'examiner. Ils sont très-bien conservés dans l'alcool (tels sont ceux de grands *cônes, porcelaines, volutes, astrées, tubipore, etc.*). On peut regarder cette partie des collections de M. Freycinet comme l'une des plus précieuses

acquisitions que l'histoire des animaux ait faites dans ces derniers temps.

Outre les objets rapportés par M. Freycinet, on nous a soumis encore un nombre considérable de dessins d'oiseaux, de poissons, de coquilles, d'insectes, faits avec beaucoup d'exactitude par M. Arago, dessinateur de l'expédition : MM. Gaudichaud, et surtout M. Taunay jeune, fils du peintre célèbre que l'Institut a l'avantage de compter parmi ses membres, ont aussi représenté en couleurs des objets intéressans pour l'histoire des mollusques et autres animaux marins sans vertèbres.

Il résulte de cet exposé que, par l'intelligence et le dévouement des médecins-naturalistes embarqués sur la corvette l'Uranie, le Cabinet du Roi, qui déjà venait de s'enrichir d'une zoologie à-peu-près complète du cap de Bonne-Espérance, due aux soins, à la persévérance sans bornes, et à l'intrépidité de M. Delalande, aura acquis des objets aussi intéressans que nombreux; et que si l'on excepte l'expédition de Baudin, pendant laquelle le zèle infatigable de Péron et de Lesueur nous avait procuré des collections prodigieuses, aucune expédition *nautique* n'a été aussi profitable à la zoologie.

Entomologie.

Pendant la relâche de l'Uranie à l'Ile-de-France, M. Freycinet adressa au Muséum d'Histoire-Naturelle quatre grandes caisses de fer-blanc, renfermant environ deux cents lépidoptères, et quatre ou cinq cents autres insectes qui provenaient du Brésil; une quarantaine d'es-

pèces de crustacés du cap de Bonne-Espérance, etc., faisaient également partie de cet envoi. Le nombre des insectes que cet habile navigateur a donnés au Muséum depuis son retour, s'élève à environ treize cents : notre confrère, M. Latreille, de qui nous tenons ces détails, estime que le nombre des espèces peut aller à trois cents ; ceux des insectes qui avaient été pris près de la terre des Papous lui ont offert une quarantaine d'espèces nouvelles, parmi lesquelles il en est de fort re marquables.

La collection des crustacés et des arachnides, formée dans les mêmes parages, mérite aussi, suivant M. Latreille, d'être signalée. Ce célèbre entomologiste n'a pu en faire jusqu'ici qu'un examen rapide, et néanmoins il y a déjà aperçu plusieurs espèces inconnues.

Nous aurons ici une nouvelle occasion de faire remarquer, à l'honneur de MM. Quoy et Gaimard, qu'ils se sont empressés dès l'origine d'offrir au Muséum les individus dont ils avaient fait l'acquisition de leurs propres deniers, et qui n'existaient pas dans la collection de ce grand établissement.

Botanique.

La collection de plantes sèches recueillies pendant le voyage de M. Freycinet est composée d'environ trois mille espèces, dont *quatre à cinq cents* ne se trouvent pas dans les herbiers du Muséum d'Histoire-Naturelle, et dont deux cents, au moins, sont inconnues. Malheureusement un grand nombre de celles des Moluques, des Mariannes et de Timor ont été submergées et détériorées par les eaux de la mer à l'époque du naufrage de l'Uranie;

mais les plantes qui ont été récoltées aux environs du port Jackson, sur les montagnes Bleues et aux îles Sandwich, sont dans un très-bon état de conservation, et nous ont offert beaucoup de nouveautés. Dans le nombre de celles qui avaient été submergées, il se trouve encore des plantes marines, de très-belles fougères et autres espèces dont la conservation est due à M. Gaudichaud, pharmacien de l'expédition, qui s'est donné pour cela beaucoup de peine. C'est au zèle, au travail et à la grande activité de ce jeune pharmacien, que nous sommes particulièrement redevables de la riche et intéressante collection de végétaux que nous a rapportée M. le capitaine Freycinet. M. Gaudichaud a remis, en outre, aux professeurs du Jardin du Roi, une grande quantité de fruits, de graines, de gommes et autres produits du règne végétal; ce qui lui donne de nouveaux droits à la reconnaissance des naturalistes. La Commission a calculé que cent cinquante ou cent soixante dessins au simple trait suffiraient pour faire connaître les plantes les plus importantes que renferme l'herbier de l'expédition.

Collections géologiques.

M. Freycinet a rapporté, pour le Muséum d'Histoire-Naturelle, environ neuf cents échantillons de roches, recueillis dans les différens lieux de ses relâches. Une circumnavigation du globe, pendant laquelle on ne voit que des îles et des côtes de peu d'étendue, ne peut offrir des *suites géologiques* propres à faire connaître la nature du terrain, les rapports d'ancienneté et de superposition des couches. Les navigateurs doivent se borner à des

observations isolées, à des échantillons de roches détachés des couches qui paraissent dominer par leur masse et caractériser les diverses contrées. Ce but, très-important pour les progrès de la géographie minéralogique, a été atteint par les personnes zélées que M. Freycinet a chargées de ce genre de recherches. D'après une note que M. Cordier, professeur au Jardin du Roi, a bien voulu communiquer à la Commission, les échantillons rapportés sont nombreux, bien conservés et choisis avec intelligence. Les roches des montagnes Bleues de la Nouvelle-Hollande, celles des îles Sandwich et de l'archipel des Mariannes, augmentent les richesses géologiques de nos collections. Elles prouvent de nouveau, et d'une manière frappante, ces analogies de gisement et de composition que l'on observe, dans les deux hémisphères, sur les points les plus éloignés du globe.

Relation historique du Voyage.

M. Freycinet a invité un de nous à examiner les matériaux qui formeront la base de la description historique de son voyage. Sous les différentes zones où il a relâché, au Brésil, au cap de Bonne-Espérance, à l'Ile-de-France, aux Moluques orientales, à la Nouvelle-Hollande, aux îles Sandwich et aux Mariannes, il a fixé son attention sur l'aspect général du pays, sur les races d'hommes qui l'habitent, sur l'état de leur civilisation, sur le développement des diverses branches de l'agriculture et de l'industrie commerciale, enfin sur les causes qui arrêtent ou accélèrent les progrès de la société. Pour suivre une marche plus uniforme dans ce

genre de recherches, M. Freycinet a communiqué aux personnes qui devaient partager ses travaux une série de questions qui embrassent méthodiquement l'état physique, moral et politique de l'homme. Il nous a mis en état d'apprécier les avantages de cette classification, en nous présentant la grande masse de données qu'il a recueillies sur le groupe des îles Mariannes. On ne saurait donner assez d'éloges à ce tableau d'un pays qui est enrichi par les plus belles productions de la nature, qui offre parmi ses habitans les restes malheureux d'une nombreuse population, et qui est lié, par sa position, par les mœurs des indigènes, par leur langue, et peut-être même par les débris de ses monumens, à l'archipel des Grandes-Indes. La variété des matières qui font l'objet de ce rapport nous empêche de nous arrêter à ces travaux intéressans; mais, à une époque où les langues des peuples sont considérées comme les documens historiques les plus précieux, nous devons rappeler le zèle louable avec lequel M. Freycinet et ses collaborateurs ont recueilli tout ce qui a rapport aux racines, aux formes grammaticales, et à cette ingénieuse variété de signes dans lesquels se reflète la pensée chez les sauvages, comme chez les peuples civilisés.

Ce qui donnera un charme particulier à la relation du voyage de M. Freycinet est l'atlas pittoresque, dans lequel on réunira les paysages, les vues nautiques, les représentations de costumes, dus au talent et à la grande activité de M. Arago, dessinateur de l'expédition. L'archipel peu connu des Mariannes; Tinian, couvert de monumens d'une origine problématique; les vallées ombragées des montagnes Bleues de la Nouvelle-Hol-

lande ; l'île d'Ombey, habitée par des peuples anthropophages, offriront des objets d'un intérêt nouveau et varié. Les dessins étonnent d'autant plus par leur nombre, qu'ils ont été faits en plein air, et souvent dans les circonstances les plus difficiles. Vifs et spirituels d'exécution, ils portent ce caractère de vérité que l'on desire surtout dans l'atlas pittoresque d'un voyage lointain.

Dessins.

La Commission ayant cru devoir s'abstenir de juger elle-même l'ensemble des dessins que M. Freycinet lui a présentés, a prié M. Gérard, premier peintre du Roi, et membre de l'Académie des Beaux-Arts, de vouloir bien se charger de ce soin. Ce qui suit est extrait textuellement de la note que ce grand peintre nous a remise.

« La Collection de dessins que M. le commandant
» Freycinet a rapportée de son voyage autour du Monde,
» fait par ordre du Roi, est une des plus remarquables
» qu'on ait vues et par le nombre et par la variété des
» sujets. Elle prouve que le zèle de M. Arago, dessina-
» teur de l'expédition, ne s'est jamais ralenti, et que
» son intelligence l'a toujours secondé.

» Elle se compose d'environ cinq cents dessins re-
» présentant des sites, des vues de côtes, des objets de
» zoologie et de botanique. Elle offre, en outre, une
» suite considérable de dessins faits d'après les naturels
» des différentes îles dans lesquelles l'expédition a sta-
» tionné, de leurs costumes, de leurs usages, de leurs
» armes.

» La publication d'une partie des dessins que ren-

» ferme ce riche porte-feuille, donnera l'ouvrage le
» plus intéressant et le plus complet que la naviga-
» tion ait encore produit. »

Conclusions.

D'après l'exposé que nous venons de faire, on voit qu'aucune partie des sciences physiques, nautiques ou naturelles, sur lesquelles l'Académie avait dirigé l'attention de M. Freycinet, n'a été négligée; la multitude des observations de tout genre qui ont été faites par cet officier et par ses collaborateurs, le grand nombre d'objets divers qu'ils ont rapportés, montre quel a dû être leur zèle et leur constance. Il ne reste maintenant à l'Académie que deux choses à desirer : la première, c'est qu'une publication prompte, quoique suffisamment détaillée, fasse bientôt jouir les sciences des résultats qu'elles doivent retirer de ce voyage; la seconde, c'est que des travaux aussi pénibles et d'un aussi grand intérêt appellent sur ceux qui les ont exécutés les justes récompenses du Gouvernement. Ces récompenses deviendront pour les officiers et pour toutes les personnes attachées au service de notre marine, un nouveau motif d'encouragement à cultiver tous les genres de connaissances qui peuvent les mettre en état d'être si utiles aux sciences, par les résultats précieux que leurs voyages leur donnent l'occasion de recueillir.

Signé à la minute, Humboldt, Cuvier, Desfontaines, Gay-Lussac, Biot, de Rossel, Thenard, Arago, *Rapporteur.*

L'Académie adopte les conclusions, et arrête que le rapport sera adressé à S. E. le Ministre de la Marine.

N. B. Le paragraphe relatif aux nombreuses observations de marées que renferment les regîtres de M. Freycinet, s'étant trouvé égaré au moment de la lecture du rapport devant l'Académie, et n'ayant pas pu conséquemment être soumis à l'approbation de cette Assemblée, j'ai pensé qu'il me serait permis d'annoncer ici que nos voyageurs n'ont pas négligé ces importantes observations, et qu'elles paraissent avoir été faites dans la plupart des lieux de relâche avec la plus grande exactitude. F. Arago.

Note *sur la Cristallisation du sucre, dans une circonstance particulière.*

Par Mr Henri Braconnot.

La cristallisation s'effectue quelquefois dans des circonstances si remarquables, qu'il me semble qu'on ne doit pas négliger de rapporter les moindres faits qui se rattachent à la théorie de cette merveilleuse propriété de la matière : en voici un qui me paraît porter atteinte au principe fondamental généralement admis, qui établit que les corps ne cristallisent qu'autant que leurs molécules peuvent se mouvoir librement dans un fluide pour qu'elles puissent ensuite tendre les unes vers les autres.

Tout le monde sait que le sucre d'orge nouvellement préparé est parfaitement transparent, d'une cassure très-lisse et vitreuse, et conséquemment dont les parties intégrantes et homogènes n'offrent aucun indice de cristaux ; mais si on l'abandonne à lui-même pendant quelques jours, sa surface commence à se ternir, et se couvre d'une pellicule cristalline qui continue à s'accroître jusqu'à ce que la tablette de sucre d'orge soit entièrement cristallisée ; alors elle a perdu une partie de sa transparence, et l'on voit qu'elle est transformée en plusieurs groupes arrondis de cristaux aiguillés rayonnans, qui sont le plus souvent séparés par des espaces vides ou des lacunes qui n'existaient pas auparavant, d'où il suit que les molécules se sont formées et mues les unes vers les autres dans le sein même et aux dépens d'une substance dure et compacte ; circonstance qui semblait devoir opposer une résistance insurmontable à leur arrangement régulier. Ce sucre d'orge, ainsi cristallisé, est beaucoup plus fragile qu'il n'était auparavant ; sa cassure présente une multitude de petits cristaux fibreux aciculaires divergens, réunis en plusieurs faisceaux terminés par des interstices, lorsque toutefois cette sorte d'arrangement cristallin s'est opérée lentement, c'est-à-dire, à une température au-dessous de la moyenne : tenu pendant quelque temps dans la bouche, au lieu d'y rester lissé et poli, il se creuse en produisant des aspérités : avec quelques précautions, on parvient à isoler ces cristaux aiguillés, lesquels, vus au microscope, paraissent être des prismes tétraèdres aplatis. Il était à présumer, d'après les conditions connues de la cristallisation, que celle du sucre d'orge n'a pu avoir lieu qu'en attirant

peu à peu l'humidité de l'atmosphère; mais en ayant abandonné pendant un mois dans un vase exactement fermé, contenant du chlorure de calcium, ce sucre a perdu environ un demi-centième de son poids, et sa cristallisation s'est produite tout aussi bien qu'à l'air libre. Dans l'huile de térébenthine, on a eu le même résultat.

Les confiseurs connaissent et redoutent les effets de cette singulière cristallisation du sucre d'orge, qu'ils désignent par le mot *mourir,* parce qu'ils ne voient dans cette tendance à la perfection qu'une dégradation insensible : ils desireraient trouver les moyens de la prévenir; mais il paraît que rien ne peut l'empêcher d'avoir lieu.

Sur *la Dissection des cristaux.*

Les échantillons de sulfure d'antimoine formés de grands cristaux croisés offrent un admirable exemple du mode de dissection par solution que M. Daniel a indiqué. (Voyez *Ann.*, tome II, page 287.) Si après avoir introduit un tel échantillon dans du sulfure en fusion, l'on continue à chauffer, l'échantillon se fondra aussi; mais, loin qu'il soit également attaqué sur toute sa surface, des cristaux de plus d'un demi-pouce de saillie sortiront çà et là de la masse; dans d'autres points, les cavités correspondantes aux portions fondues auront tant de largeur, et seront limitées par des surfaces si régulières, si tranchées, qu'on pourra aisément déterminer leurs inclinaisons mutuelles. Pour observer tous ces

effets, il suffit de retirer de son bain la pièce de sulfure à demi fondue et de la laisser se refroidir.

(Tiré du *Quarterly Journal of science*, n° 21, 1821. Cet article est, je crois, de M. Faraday.)

Note *relative à la* Connaissance des Tems, *extraite des Journaux anglais.*

Il est bon que ceux qui possèdent la *Connaissance des Tems* sachent qu'un carton et deux pages d'*errata* pour l'année 1822 ont été reçus à Londres après la publication du volume de 1823, dont ils font partie. Les astronomes praticiens doivent aussi être informés que les tables bien coordonnées, qui ont été publiées dans la *Connaissance des Tems* de 1812, pour corriger la position des étoiles, sont, à cause de quelque omission dans le calcul, entièrement erronées dans toute leur étendue (*completely erroneous troughout.*) Le volume de 1823 paraît être incomparablement plus exact que ceux des années précédentes, les éditeurs ayant imité d'une manière très-louable le soin et l'attention dont on leur a donné l'exemple dans cette contrée.

(*Journal de l'Institution royale.* 1821. N° 21.)

Remarques du Rédacteur.

La note qu'on vient de lire est tirée du N° 21 du *Quarterly Journal*, publié à l'Institution royale de la

Grande-Bretagne : elle sera une preuve nouvelle des méprises auxquelles s'exposent les Rédacteurs des écrits périodiques lorsqu'ils admettent les articles qu'on leur adresse sans les examiner ou sans les comprendre.

S'il faut en croire l'auteur anonyme de cette note, le calculateur d'une table de correction pour la position des étoiles qui a été publiée avec les additions de la *Connaissance des Tems* de 1812, a omis quelque terme dans son travail, d'où il est résulté que la table est fausse d'un bout à l'autre. Ne sera-t-on pas étonné d'apprendre qu'il n'y a de faux, en tout ceci, que l'assertion du journaliste anglais ; que rien n'a été oublié dans le calcul, et que la table en question est parfaitement exacte ?

Je n'ose pas me flatter d'avoir découvert l'origine de cette étrange bévue. Voici toutefois mes conjectures :

La table de correction dont il s'agit se compose, pour chaque étoile, de cinq colonnes verticales. La 1re contient la date : c'est l'argument de la précession des équinoxes ; on trouve, dans la 2e, une série de degrés de 10 en 10, depuis 0 jusqu'à 360° ; c'est là qu'on doit prendre les argumens de l'aberration de la lumière et de la nutation ; les 3e, 4e et 5e colonnes font connaître enfin les valeurs de ces trois corrections qui correspondent aux argumens des deux premières colonnes : or, il arrive que, par un oubli de l'imprimeur, le signe du soleil n'a pas été placé en tête de la 2e colonne et qu'on n'y trouve que celui du nœud de la lune. Je suppose, d'après cela, que le critique de la *Connaissance des Tems* aura adopté la date pour l'argument de l'aberration, tandis

qu'il fallait entrer dans la table avec le lieu du soleil, et alors il aura constamment trouvé de faux résultats; mais à moins qu'il ne soit complètement étranger aux calculs astronomiques, il aurait dû comprendre que, si la date avait été l'argument de l'aberration, on n'aurait pas manqué de joindre cette correction à la précession, en faisant de leur somme une colonne unique, et que, par cela seul que les deux corrections étaient séparées, elles devaient avoir des argumens différens. Les tables en question ont été tirées à part; on les a distribuées à un assez grand nombre de personnes; je sais que beaucoup de calculateurs les ont employées, et cependant, jusqu'ici, aucune réclamation ne s'était élevée, tout le monde ayant deviné, soit d'après le nombre des colonnes, soit d'après ce qui existe dans des tables analogues, que l'argument de l'aberration était non pas la date, mais bien la longitude du soleil. Puisqu'il s'est enfin trouvé un calculateur à qui une chose aussi simple a échappé, je conviendrai, si l'on veut, qu'il eût été utile d'avertir que le signe du soleil devait être placé, dans la 2e colonne, à côté de celui du nœud de la lune; mais il n'en restera pas moins évident, quoi qu'en dise le critique anonyme, qu'on n'a rien omis dans le calcul de la table, et que, loin d'être fausse d'un bout à l'autre, elle est, au contraire, parfaitement exacte.

Un écrivain à qui ses seules connaissances littéraires auraient procuré une grande réputation, lors même qu'il n'eût pas trouvé le secret d'être à la fois géomètre habile, observateur ingénieux, médecin distingué et l'un des plus profonds physiciens de notre âge, a pris part depuis quelque temps à la rédaction du *Journal de l'Institution*

Royale. Si la note qui a donné lieu à cet article lui avait été communiquée, M. Thomas Young, car tout le monde a déjà nommé le savant célèbre que nous avons voulu désigner, n'aurait pas manqué, lui à qui l'on doit un si beau travail sur les hiéroglyphes, de reconnaître que la table critiquée par l'auteur anonyme est exacte, et que le seul reproche qu'on puisse adresser aux éditeurs de la *Connaissance des Tems* est d'avoir oublié de placer en tête de la 2e colonne le signe hiéroglyphique du soleil; dans ce cas aussi, j'aurais certainement été dispensé de faire remarquer que s'il y a du mérite à servir d'exemple aux autres, il y en a peut-être plus encore à ne pas s'en vanter soi-même. Quant aux sentimens vraiment philanthropiques qui ont porté le rédacteur anonyme du *Quarterly Journal* à annoncer, au son de trompe, l'arrivée à Londres de l'*errata* et du carton de la *Connaissance des Tems* de 1822, ils ne méritent, à mon avis, que des éloges. Je regrette seulement qu'afin de ne laisser aucun doute à quelques esprits sceptiques sur les nobles motifs qui ont dicté cette annonce, on n'ait pas profité de la même occasion pour signaler quelques-unes des fautes qui peuvent se trouver aussi dans le *Nautical Almanac* : qu'on n'ait pas dit, par exemple, que les 60 lieux du nœud de la lune qu'on trouve dans le volume de 1823 sont tous en erreur de 7′.

Procédé *pour analyser la poudre à tirer.*

(Extrait des Archives du Comité consultatif de la Direction des Poudres et Salpêtres.)

Le procédé que l'on emploie ordinairement consiste à lessiver la poudre avec de l'eau pour séparer le nitre, et à traiter le résidu par la potasse, qui dissout le soufre et laisse le charbon. Quoique ce procédé paraisse facile, il présente des difficultés qu'on n'apprécie bien qu'en l'exécutant; néanmoins on ne peut en condamner l'emploi, et il serait même indispensable d'y avoir recours si l'on voulait obtenir directement la quantité de charbon contenue dans la poudre. Dans le cas où on voudrait en faire usage, il conviendrait de prendre deux portions de poudre; l'une serait lessivée pour avoir le nitre; on sécherait le résidu et on en prendrait le poids. L'autre portion serait mêlée immédiatement avec une quantité égale de potasse et un peu d'eau, et on chaufferait le mélange : le soufre se dissoudrait rapidement, et on laverait ensuite jusqu'à ce que l'eau n'eût plus de saveur sulfureuse, ou mieux, ne précipitât plus en noir l'acétate de plomb. Le charbon serait séché et pesé. Le soufre s'obtiendrait en retranchant du poids de la poudre employée et supposée bien sèche, celui du nitre et du charbon qu'on aurait obtenus; et les résultats de l'analyse pourraient être vérifiés en comparant le poids du soufre et du charbon laissés par la première portion de poudre, avec celui donné par la seconde.

En suivant ce procédé, la détermination du charbon

laisse de l'incertitude, qui se répète ensuite sur la proportion du soufre, et par conséquent si l'on pouvait déterminer directement le poids du soufre, l'analyse de la poudre en deviendrait beaucoup plus exacte. C'est pour parvenir à ce but que l'on va décrire le procédé suivant, dont l'exactitude est déjà constatée par un grand nombre d'épreuves.

On commence par dessécher une certaine quantité de poudre pour connaître le degré d'humidité qu'elle contient, et pouvoir déterminer avec plus de certitude la proportion du charbon, qu'on n'obtient dans ce procédé que par soustraction. On évalue le nitre en lessivant la poudre, évaporant l'eau de lavage et faisant fondre le résidu salin.

Pour obtenir le soufre, on mêle 5 grammes de poudre avec un poids égal de sous-carbonate de potasse pur, ou au moins ne contenant pas d'acide sulfurique; on pulvérise exactement le mélange dans un mortier, et on ajoute ensuite 5 grammes de nitre et 20 de chlorure de sodium. Le mélange étant rendu bien intime, on l'expose dans une capsule de platine sur des charbons ardens; la combustion du soufre se fait tranquillement, et bientôt la masse devient blanche. L'opération est alors terminée; on retire la capsule du feu, et quand elle est refroidie on dissout la masse saline dans l'eau, on sature la dissolution avec de l'acide nitrique ou de l'acide hydro-chlorique, et on précipite l'acide sulfurique qu'elle contient par le chlorure de barium.

Il y a deux manières de faire cette précipitation : la première, qui est généralement suivie, consiste à mettre dans la dissolution un léger excès de chlorure de

barium, et à recueillir le sulfate de baryte produit. Ce procédé exige de nombreux lavages qu'on ne peut faire qu'à de longs intervalles, parce que le sulfate de baryte ne se dépose que lentement, surtout vers la fin de l'opération, époque à laquelle ce sel reste souvent en suspension, et passe même à travers les filtres les plus épais. Si on lave le sulfate de baryte sur un filtre, nouvel inconvénient; il faut détacher le sulfate du filtre, ou les peser ensemble; et dans l'un ou l'autre cas, on peut commettre facilement une erreur, surtout si l'on n'est pas très-exercé.

L'autre manière de précipiter l'acide sulfurique, que l'on propose ici d'adopter, consiste à prendre une dissolution titrée de chlorure de barium, c'est-à-dire, dont on connaît la proportion exacte en poids de chlorure de barium et d'eau, et de verser cette dissolution dans celle qui contient l'acide sulfurique jusqu'à ce qu'il ne se fasse plus de précipité. Quand la précipitation approche de son terme, on doit ajouter le chlorure de barium par gouttes seulement; on attend que le liquide soit éclairci avant d'en ajouter une nouvelle quantité; ou bien, si l'on veut accélérer l'opération, on filtre une portion de la liqueur dans une petite éprouvette très-nette, et l'on verse une goutte de chlorure de barium dans la liqueur filtrée. Le même filtre peut servir pendant toute l'opération. Il n'est pas à craindre ici que le sulfate de baryte passe à travers le filtre; cela n'a lieu que lorsque l'eau ne contient plus en dissolution, ou presque plus, de matières salines; car les sels s'excluant en général les uns les autres de la même dissolution, le sulfate de baryte se trouve exclus du liquide,

et précipité, quand celui-ci contient une certaine quantité de substances salines. La plupart des sels peuvent servir pour cet objet; mais, quand on doit peser le sulfate de baryte, il faut prendre un sel volatil qu'on puisse expulser par la chaleur, comme le nitrate ou l'hydro-chlorate d'ammoniaque.

La quantité d'acide sulfurique, et conséquemment celle du soufre, est donnée par le poids du chlorure de barium employé; car le nombre équivalent, ou le poids de l'atome du soufre, étant 20,116, et celui du chlorure de barium cristallisé 152,44, il suffira de faire cette proportion : 152,44:20,116 :: le poids du chlorure de barium employé est à un quatrième terme, qui sera la quantité de soufre cherchée. Ce procédé, qui peut être généralisé, et dont l'utilité se fera facilement sentir dans le cas où le sulfate de baryte ou tout autre précipité entraîne avec lui quelque substance étrangère, peut donner un résultat exact à un cinq centième près, et même à un millième; mais comme on doit verser la dissolution de chlorure de barium goutte à goutte, et qu'avec un flacon cela est très-difficile, d'autant plus que les bords du goulot resteraient chaque fois mouillés de la dissolution, il est nécessaire de se servir d'une pipette formée par une petite boule portant deux tubes droits opposés, et dont l'un est effilé, pour qu'on puisse modérer plus facilement l'écoulement du liquide, en appliquant l'index sur l'ouverture de l'autre tube. Le tube effilé traverse un bouchon de liége destiné à fermer le petit flacon qui contient la dissolution, afin d'empêcher toute évaporation; on remplit la pipette par aspiration, on applique aussitôt le doigt sur son extrémité

supérieure, et on la retire avec la précaution de ne jamais lui faire toucher le goulot du flacon, pour ne pas y déposer du liquide : le flacon contenant la dissolution doit être léger, et ne contenir au plus que le double de la quantité de dissolution présumée nécessaire pour opérer la précipitation, afin de moins charger la balance qui doit en faire connaître le poids, et obtenir par conséquent plus de précision. On pèse le flacon avec sa pipette et son bouchon avant la précipitation, et on le pèse de nouveau après. On ne doit pas compter la dernière goutte, et on doit même prendre la moitié de celle ajoutée avant et qui a terminé la précipitation. Pour faire cette correction, on fait tomber de la pipette cinquante gouttes, par exemple; on en prend le poids, et on le divise par 50 pour avoir celui d'une goutte.

Le nitre et le soufre étant déterminés l'un et l'autre avec précision, on obtient le charbon en retranchant leur poids de celui de la poudre soumise à l'analyse.

On a conseillé d'employer le carbonate de potasse, parce qu'il se pulvérise et se mêle mieux avec la poudre; mais on peut aussi se servir de la potasse caustique. Dans ce cas, il est nécessaire d'ajouter un peu d'eau pour la dissoudre, et de chauffer doucement jusqu'à ce que cette eau soit évaporée, afin d'éviter les jets qui pourraient faire perdre un peu de matière. Enfin, on peut aussi employer, au lieu de capsule de platine, une capsule, un matras et même un tube de verre : à la vérité, le verre se fend presque toujours par le refroidissement; mais il n'en résulte aucune perte.

Ce procédé est pratiqué depuis long-temps dans le laboratoire de la Direction des poudres; mais on doit re-

marquer que M. Hermbstaedt vient de conseiller, dans le *Journal de Schweigger,* janvier 1821, d'analyser la poudre en la faisant détonner avec un excès de nitre. Il prend une partie de poudre qu'il mêle exactement avec un poids égal de nitre pur, et il projette le mélange par petites portions dans deux parties de nitre fondu dans un creuset de platine; il sature ensuite la dissolution de la masse saline avec de l'acide nitrique, et pèse le sulfate de baryte qu'il obtient en la précipitant avec du nitrate de baryte. M. Hermbstaedt assure que cette méthode est très-exacte; mais si on répète son procédé avec un peu d'attention, on reconnaîtra qu'à chaque projection de poudre dans le nitre fondu, une portion du soufre brûle à la surface du nitre et exhale une odeur sulfureuse; une partie du mélange est aussi projetée hors du creuset, ou se perd sous forme de fumées blanches très-épaisses. L'addition du carbonate de potasse ou de la potasse est indispensable pour empêcher le soufre de se volatiliser; le sel marin sert à rendre la déflagration moins tumultueuse.

Extrait *d'une Notice sur les Eaux minérales et thermales de Vichy.*

Par MM. Berthier et Puvis, Ingénieurs des Mines.

Ces eaux sont fournies par sept sources distinctes, différant beaucoup entre elles en volume et en température; mais chacune d'elles conserve toujours une température et un volume constans.

La température des quatre sources principales observée le 30 juin 1820 s'est trouvée

De 38°,5 pour la source dite de la *Grande-Grille* ;
40°,0 pour celle du puits Chomel ;
45°,0 pour celle du puits Carré ;
33°,0 pour celle de l'Hôpital.

Le volume de l'eau fournie par toutes les sources en vingt-quatre heures est à-peu-près de 259 mètres cubes.

Les eaux de ces diverses sources jaillissent en bouillonnant dans les puits qui les renferment ; elles entraînent avec elles un volume plus ou moins considérable de gaz acide carbonique. Celle qui, en proportion de sa masse, en fournit le plus est la source de la Grande-Grille, qui, dans un temps ordinaire, en dégage 28 à 30 mètres cubes en vingt-quatre heures, c'est-à-dire, un volume presque double de celui de l'eau, sans compter le gaz qui reste en dissolution. *Dans les temps d'orage, le dégagement est plus considérable* (1). Elles n'ont point d'odeur bien marquée, et leur saveur, sensiblement alcaline, n'a pourtant rien de désagréable.

L'eau de chacune des sept sources a donné, à l'analyse, des résultats si peu différens les uns des autres,

---

(1) Ce fait nous paraît fort douteux. Il est vrai que, dans les temps d'orage, l'air des bains paraît plus piquant et l'eau plus chaude, au sentiment des malades ; mais nous pensons que ces sensations sont dues à une plus grande excitabilité nerveuse qui accompagne souvent les temps chauds, *lourds* et orageux. (R.)

qu'il paraît impossible que la composition saline de ces sources ne soit pas identique.

Elles contiennent, terme moyen, 0,00465 de matières salines solubles, supposées sèches, et 0,000381 de matières insolubles qu'elles tiennent en dissolution à la faveur de leur grand excès d'acide carbonique, et qui s'en précipitent pendant l'évaporation. Les matières salines solubles, desséchées, sont du carbonate de soude, du sulfate de soude et du sel marin ; les matières insolubles sont : du carbonate de chaux, du carbonate de magnésie, de la silice et du tritoxide de fer. Voici le tableau des proportions de ces diverses substances :

Acide carbonique,	0,002268	
Sous-carbonate de soude,	0,003813	= 0,004650
Sel marin,	0,000558	
Sulfate de soude,	0,000279	
Carbonate de chaux,	0,000285	= 0,000381
Carbonate de magnésie,	0,000045	
Silice,	0,000045	
Peroxide de fer,	0,000006	

Dans les eaux, la soude est à l'état de carbonate; il reste néanmoins un excès d'acide carbonique qui sert à tenir en dissolution le carbonate de chaux et les autres matières insolubles dans l'eau (1).

(1) MM. Berthier et Puvis donnent, dans leur Notice, la proportion des diverses matières salines avec leur eau de cristallisation : nous avons cru inutile de la rapporter ici; mais nous remarquerons qu'ils admettent de l'eau dans le sel marin, et que cependant aucun chimiste n'en a démontré, que nous sachions, l'existence. (R.)

Le volume d'eau que fournissent les sept sources réunies, étant de 259 mètr. cubes par vingt-quatre heures, serait par année de 94535 m. c. ou de 94535000 kilogr. : or, l'eau laisse par l'évaporation 0,00465 de matières salines dans lesquelles le sous-carbonate de soude sec entre pour 0,82 ; les sept sources pourraient donc produire annuellement 440000 kilog. de ce sel. Une partie de l'eau étant employée au service sanitaire ne peut être détournée de cet emploi ; mais celle qui ne l'est pas pourrait fournir annuellement 200000 kil. de sous-carbonate de soude. Notre dessein est d'appliquer au traitement de ces eaux le procédé de la graduation, procédé que nos expériences nous ont mis en état de perfectionner. (*Annales des Mines*. V. 401.)

NOTE *sur l'Application du chromate de plomb sur les étoffes.*

PAR M. BERTHIER.

Nous avons fait connaître, dans le vol. XV de ce Journal, page 76, l'application du chromate de plomb sur les étoffes, par M. Lassaigne. Comme cette application peut devenir très-utile pour l'art de la teinture, nous ajouterons ici des observations nouvelles de M. Berthier sur le même sujet :

« Le chromate de plomb s'applique effectivement » très-bien sur les étoffes ; j'en ai fait plusieurs fois » l'expérience. Voici ce que j'ai remarqué :

» Avec le sous-acétate de plomb et le chromate de potasse neutre, on n'obtient qu'une couleur orange » peu agréable ; mais si l'on plonge les étoffes ainsi

» teintes dans l'acide acétique, elles acquièrent pres-
» qu'aussitôt une couleur jaune-citron fort belle et
» très-éclatante. En substituant l'acétate neutre de
» plomb au sous-acétate, on a immédiatement, avec
» le chromate de potasse, une belle couleur bouton
» d'or; mais l'acide acétique ne peut amener cette cou-
» leur à la teinte citron que donne le sous-acétate.

» Ces couleurs sont absolument inaltérables par le
» savon à froid; à la chaleur de l'ébullition, elles s'af-
» faiblissent un peu sans changer de nuance, et le
» vinaigre leur rend tout leur éclat.

» L'ammoniaque les fait passer à l'orangé plus ou
» moins rougeâtre; l'acide acétique les ramène ensuite
» à leur teinte primitive (1).

» Les étoffes teintes par le chromate de plomb sont im-
» médiatement et complètement décolorées par le sous-
» carbonate de soude et par l'acide muriatique, même à
» froid. » (*Annales des Mines*. VI. 137.)

Sur *l'Acide fluoborique*.

Nous avons imprimé, page 72 de ce volume, des expériences sur l'action du gaz acide fluoborique sur l'alcool. Le nom de leur auteur ayant été omis, nous nous empressons de déclarer qu'elles sont dues à M. Desfosses, pharmacien distingué de Besançon.

---

(1) « En traitant le chromate de plomb par l'ammoniaque concentrée, on peut le faire passer par une multitude de nuances depuis l'orangé jusqu'au rouge vif du plus beau minium : l'ammoniaque ne dissout que de l'acide chromique. L'acide nitrique ou l'acide acétique enlève de l'oxide de plomb au chromate rouge, et le ramène à l'état de chromate jaune clair. En réitérant ce traitement alternatif, on peut décomposer totalement le chromate de plomb, et se procurer du chromate d'ammoniaque pur. »

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.	à midi.	
1	750,64	+ 8,0	72	750,80	+ 9,8	48	750,34	+10,5	34	750,16	+ 6,3	76	+10,5	+ 2,3	Très-nuageux.	N. O.
2	746,40	+12,5	84	746,66	+15,0	58	745,95	+15,0	61	746,18	+10,7	65	+15,0	+ 7,0	Couvert.	S. O.
3	748,54	+11,3	58	748,78	+12,6	45	747,65	+11,0	52	747,47	+ 7,3	75	+12,6	+ 5,2	Nuageux.	O. très-fort.
4	741,33	+ 8,2	84	738,80	+ 7,2	92	737,07	+ 5,4	86	740,64	+ 4,2	91	+ 8,5	+ 4,2	Pluie abondante.	E.
5	741,04	+ 8,0	81	745,73	+11,6	59	746,74	+10,8	40	751,93	+ 6,3	64	+11,6	+ 4,0	Très-nuageux, pluie.	O. N. O.
6	759,20	+ 6,9	59	760,00	+ 9,0	42	760,10	+ 9,8	36	762,00	+ 5,5	64	+ 9,8	+ 1,6	Quelques éclaircies.	N.
7	762,00	+ 7,8	64	761,94	+10,5	67	761,32	+10,2	71	762,47	+ 8,8	93	+10,5	+ 4,4	Couvert.	S. O.
8	762,00	+10,0	94	761,92	+13,1	81	760,83	+14,5	60	760,62	+13,2	78	+14,5	+ 8,8	Couvert, brouillard	O
9	757,47	+14,1	72	755,70	+17,2	50	753,44	+17,8	45	753,60	+12,2	70	+17,8	+ 6,8	Nuageux.	N. E.
10	752,33	+12,3	75	751,58	+15,9	45	750,70	+16,8	36	751,56	+11,8	70	+16,8	+ 7,5	Très-nuag., brouill.	O. N. O.
11	752,76	+12,4	68	752,30	+15,5	54	750,78	+15,1	48	750,00	+ 9,8	80	+16,1	+ 8,8	Couvert.	S. O.
12	747,40	+10,0	65	747,26	+13,4	42	747,25	+12,4	40	749,74	+ 6,5	78	+13,4	+ 6,0	Quelques éclaircies.	S. O.
13	747,04	+ 9,6	70	748,03	+11,5	56	749,08	+10,8	46	752,90	+ 7,0	62	+11,5	+ 7,0	Tr.-nuag., pl. p. int	O.
14	753,75	+10,5	72	751,25	+13,9	50	743,62	+14,9	51	748,42	+10,0	60	+14,9	+ 2,0	Quelques éclaircies.	S.
15	749,66	+13,5	59	748,97	+14,2	45	748,13	+14,3	43	748,70	+ 6,7	74	+14,4	+ 5,5	Très-nuageux.	S. S. O.
16	744,90	+10,8	56	743,97	+ 9,4	53	743,00	+ 9,6	58	742,03	+ 5,8	80	+10,8	+ 1,5	Pluie fine.	O.
17	743,70	+10,0	66	744,70	+ 9,6	46	745,98	+10,9	48	748,86	+ 7,0	71	+10,9	+ 4,2	Très-nuageux.	O.
18	753,47	+10,2	63	753,62	+14,1	47	753,94	+12,5	56	755,78	+ 7,8	83	+11,1	+ 4,5	Très-nuageux.	N. O.
19	754,84	+12,4	63	753,42	+16,5	43	751,38	+17,9	38	750,26	+12,6	50	+17,9	+ 3,5	Nuageux.	S. fort.
20	747,98	+16,4	49	747,40	+20,5	39	747,00	+22,6	32	748,27	+15,8	54	+22,6	+ 7,8	Légères vapeurs	S. E.
21	751,10	+17,7	50	750,90	+21,6	41	751,14	+22,1	40	752,70	+14,6	55	+22,1	+ 9,8	Couvert.	S.
22	753,80	+17,1	57	752,60	+22,2	40	750,73	+23,8	36	748,70	+18,2	49	+23,8	+10,6	Couvert, brouillard.	N.
23	746,40	+19,8	50	745,32	+22,8	42	743,35	+21,4	46	741,93	+17,8	60	+22,8	+14,2	Couvert.	S. E.
24	746,50	+19,6	62	746,60	+22,0	53	746,37	+22,5	45	747,85	+16,3	60	+22,5	+12,5	Nuageux.	S. E.
25	749,73	+19,5	55	750,11	+22,2	47	749,92	+21,8	43	750,80	+17,1	62	+22,2	+10,5	Légères vapeurs.	S.
26	749,40	+21,1	56	748,68	+25,0	51	747,51	+23,2	42	749,40	+15,2	76	+25,0	+12,1	Voilé en partie.	S.
27	751,64	+15,4	70	751,48	+18,4	51	750,90	+20,8	40	751,64	+16,5	60	+20,8	+10,2	Nuageux.	S. O.
28	750,66	+11,7	82	750,15	+15,1	78	749,24	+14,1	84	748,74	+14,8	80	+15,1	+11,8	Quelques éclaircies	E. N. E.
29	750,06	+15,3	84	750,36	+20,9	64	750,47	+16,8	84	752,23	+14,0	88	+20,9	+12,2	Nuageux.	S. E.
30	755,30	+ 9,8	92	755,42	+11,2	86	755,17	+12,0	84	755,96	+ 9,9	93	+12,0	+ 9,5	Couvert.	N. N. E.
1	752,50	+ 9,9	74	752,19	+12,2	59	751,41	+12,2	52	752,69	+ 8,6	75	+12,8	+ 5,2	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	749,55	+11,6	64	749,09	+13,9	47	748,52	+14,1	46	749,50	+ 8,9	69	+14,7	+ 5,1	Moyenn. du 11 au 20	Terrasse, 6,824
3	750,46	+16,7	66	750,16	+20,1	55	749,48	+20,0	54	750,00	+15,4	63	+20,7	+11,3	Moyenn. du 21 au 30.	Cour, 7,680
	750,83	+12,7	68	750,48	+15,4	53	749,80	+15,4	51	750,73	+11,0	70	+16,0	+ 7,2	Moyennes du mois, +11,6.	

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE DU SEIZIÈME VOLUME.

Fig. 1.

A B

Fig. 2.

D A B C

Fig. 3

A B

Fig. 4

E D F K I A B G C H

Fig. 5.

a t t t'' b

v'' v' v

A E B

Fig. 6.

a' t' b'
a t b
a'' t'' b''

A' B'
A E B
A'' B''

Fig. 7.

N M

B A P C

Fig. 8.

D E a C A B

Fig. 9.

B A C

Fig. 10.

E C A D B

Fig. 10.

E C A D B

